

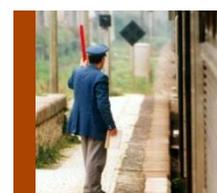
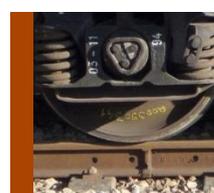
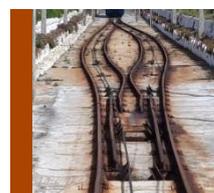
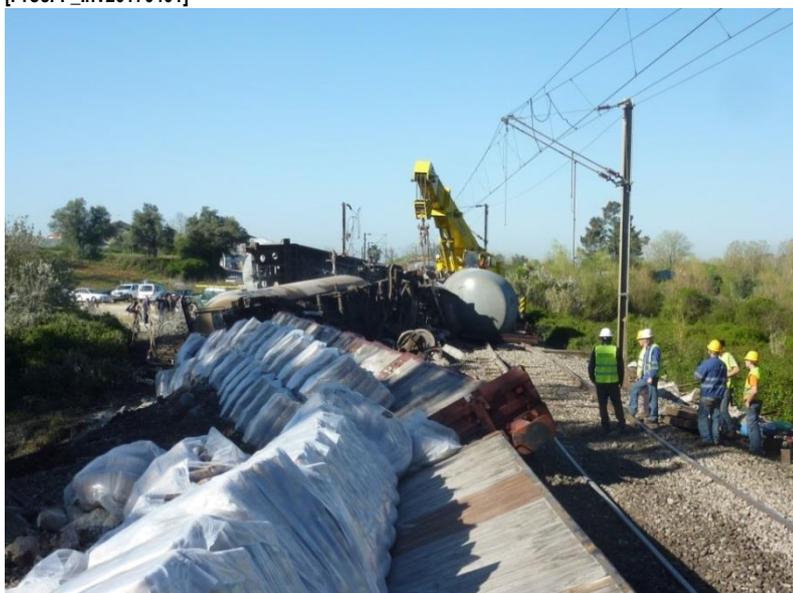
TRANSPORTE FERROVIÁRIO

Descarrilamento de comboio de mercadorias
na Linha do Norte, próximo de Adémia, em
01-04-2017

RAIL TRANSPORTATION

Derailment of freight train, Norte Line near Adémia
halt, on 01 April 2017

[Proc. F_Inv20170401]



**RELATÓRIO FINAL DE
INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA**

**SAFETY INVESTIGATION
FINAL REPORT**
(includes summary in English)

[Relatório F2019/01]

Ficha Técnica

Editor:

GPIAAF

Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários

Endereço:

Praça Duque de Saldanha, 31 – 4.º
1050-094 Lisboa
PORTUGAL

Contactos:

Telefone: (+351) 212 739 230 ♦ Fax: (+351) 217 911 959

E-mail: geral@gpiaaf.gov.pt

Internet: www.gpiaaf.gov.pt

Desenho e Composição:

GPIAAF

Foto da capa:

GPIAAF

Por força da Resolução do Conselho de Ministros n.º 8/2011, este documento foi redigido em respeito do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, aprovado pela Resolução da Assembleia da República n.º 26/91 e ratificado pelo Decreto do Presidente da República n.º 43/91, ambos de 23 de Agosto.

© GPIAAF · Lisboa, Portugal · 2019

No interesse de aumentar o valor da informação contida nesta publicação, é autorizada a reprodução do conteúdo deste documento, exceto para fins comerciais, desde que mencionando o GPIAAF como autor, o título, o ano de edição e a referência “Lisboa-Portugal”, e desde que a sua utilização seja feita com exatidão e dentro do contexto original.

No entanto, a reprodução dos materiais eventualmente inclusos cujos direitos de autor pertençam a terceiros requer que o interessado nessa reprodução obtenha diretamente autorização dos detentores dos direitos.

Controlo documental

Informações sobre a publicação original	
Título	Descarrilamento de comboio de mercadorias na Linha do Norte, próximo de Adémia, em 01-04-2017
Tipo de Documento	Relatório de investigação de segurança
N.º do Documento	RI_F2019/01
Data de publicação	2019-01-15

Registo de alterações no caso de o Relatório ter sido alterado após a sua publicação original		
N.º da versão	Data	Resumo das alterações

Enquadramento

O Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários (GPIAAF) é o organismo do Estado Português que tem por missão, entre outras, investigar os acidentes, incidentes e outras ocorrências relacionadas com a segurança da aviação civil e dos transportes ferroviários, visando a identificação das respetivas causas, bem como elaborar e divulgar os correspondentes relatórios.

No exercício das suas atribuições, o GPIAAF funciona de modo inteiramente **independente** das autoridades responsáveis pela segurança, de qualquer entidade reguladora da aviação civil e do transporte ferroviário e de qualquer outra parte cujos interesses possam colidir com as tarefas que estão confiadas ao Gabinete.

No âmbito do transporte ferroviário, o GPIAAF investiga os **acidentes graves**, definidos como qualquer colisão ou descarrilamento de comboios que tenha por consequência, no mínimo, um morto, ou cinco ou mais feridos graves, ou ainda danos de pelo menos dois milhões de euros no material circulante, na infraestrutura ou no ambiente, e qualquer outro acidente semelhante com impacte manifesto na regulamentação da segurança ferroviária ou na gestão da segurança. O GPIAAF pode também investigar **qualquer outro acidente ou incidente** que, sob condições ligeiramente diferentes, pudesse ter resultado num acidente grave ou de cuja investigação possam resultar ensinamentos de segurança relevantes para a melhoria do transporte ferroviário.

As investigações realizadas pelo GPIAAF no âmbito do transporte ferroviário são feitas em conformidade com o Decreto-Lei n.º 394/2007, de 31 de dezembro*, e com as boas práticas e recomendações internacionais, sendo **independentes e não impeditivas** de quaisquer outras conduzidas pelas autoridades judiciárias, pela autoridade responsável pela segurança ferroviária e pelas empresas envolvidas.

As empresas envolvidas são as primeiras responsáveis por garantir a segurança da atividade que realizam e têm a obrigação de proceder à sua própria investigação para melhoria dos seus procedimentos, em conformidade e no âmbito dos respetivos Sistemas de Gestão de Segurança, cuja contínua aplicação deve ser supervisionada pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT) enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária.

As investigações realizadas pelo GPIAAF têm como objetivo a melhoria da segurança, não se destinando à atribuição de culpas ou à determinação de responsabilidades.

A identidade das pessoas envolvidas nos acidentes ou incidentes é protegida.

* Transposição, no que diz respeito à investigação de acidentes, da Diretiva 2004/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril, relativa à segurança dos caminhos-de-ferro da Comunidade. Alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 151/2014, de 13 de outubro.

Despacho de homologação (transcrição)

Considerando que:

- A realização da investigação foi decidida por despacho do diretor do ex-GISAF, de 07-04-2017, com o fundamento do n.º 1 do art.º 4.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, tendo no mesmo ato designado o respetivo investigador responsável;
- A metodologia de investigação utilizada seguiu o manual de investigação do GISAF/GPIAAF e as boas práticas internacionais na matéria;
- Foram recolhidas as evidências necessárias e suficientes;
- Foi feita análise causal baseada nas evidências;
- Os achados da investigação estão convenientemente suportados pelas evidências recolhidas, as conclusões estão correlacionadas com os achados e as recomendações estão correlacionadas com as conclusões;
- As recomendações foram elaboradas em conformidade com o manual de investigação do GPIAAF e com as orientações constantes do guia específico publicado pela Agência Ferroviária Europeia;
- O relatório de investigação foi elaborado em conformidade com o anexo I ao Decreto-Lei n.º 394/2007, com o manual de investigação do GPIAAF e com as orientações constantes do guia publicado pela Agência Ferroviária Europeia;
- Nos termos do n.º 4 do art.º 10.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, foi feita a audiência prévia às partes interessadas, cujas pronúncias foram devidamente analisadas e consideradas no relatório final quando aceites, constando aquelas não aceites de anexo ao presente relatório com os comentários do GPIAAF quanto à não aceitação;

Nos termos do n.º 4 do art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, **homologo** o relatório da investigação ao “Descarrilamento de comboio de mercadorias na Linha do Norte, próximo de Adémia, em 01-04-2017”, registado com o número F2019/01.

O Diretor do GPIAAF,

Nelson Oliveira

(assinado no original)

Sumário

Este relatório consubstancia o resultado da investigação feita pelo GPIAAF ao descarrilamento de um comboio de mercadorias próximo do apeadeiro de Adémia, na linha do Norte, em 01-04-2017, sendo elaborado em conformidade com o art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, de 31 de dezembro, conforme alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 151/2014, de 13 de outubro.

O relatório segue a estrutura estabelecida no anexo ao referido Decreto-Lei n.º 394/2007, obedecendo o conteúdo de cada secção ao ali definido e às recomendações constantes da orientação *Guidance on good reporting practice* da Agência Ferroviária Europeia (ERA), documento ERA/GUI/05/2010-EN, versão 1.0, 15-10-2010, disponível no seu sítio na internet.

O relatório inicia-se por um **resumo**, o qual se destina a um público não-técnico e tem por objetivo permitir a apreensão rápida dos factos do acidente, das principais conclusões da investigação e das recomendações que dela decorrem para melhoria da segurança do transporte ferroviário.

Nos capítulos subsequentes são detalhados os aspetos relevantes da investigação, nomeadamente:

- i) Os factos imediatos da ocorrência, a notificação recebida pelo gabinete de investigação, a decisão de investigar e seu fundamento, o âmbito da investigação, o modo como esta decorreu e as principais metodologias utilizadas,
- ii) O registo dos inquéritos com vista a determinar **o que** aconteceu, **quando e onde** aconteceu, e **quem** esteve envolvido;
- iii) A análise dos factos e demais indícios, e as conclusões decorrentes dessa análise, estabelecendo **como** o acidente aconteceu e **por que** aconteceu.

Por fim são registadas as medidas eventualmente tomadas pelas entidades intervenientes, imediatamente e durante o período em que a investigação decorreu, e apresentadas as recomendações de segurança que, ainda assim, o GPIAAF entendeu emitir com base nas conclusões da investigação e em consideração das medidas tomadas.

Nota importante:

Nos termos da legislação comunitária e nacional, as investigações realizadas pelo GPIAAF têm como objetivo a melhoria da segurança do transporte ferroviário através da prevenção de futuros acidentes ou da mitigação das suas consequências, **não se destinando nem sendo conduzidas com vista ao apuramento de culpas ou à determinação de responsabilidades.**

Assim, **é desadequada** a utilização dos relatórios do GPIAAF para fins que não aqueles para os quais foram estruturados e redigidos, uma vez que tal poderá conduzir a conclusões erradas.

Do mesmo modo, as recomendações constantes do presente relatório **não deverão constituir**, em caso algum, presunção de culpa ou de responsabilidade de alguma entidade ou pessoa, relativamente a um acidente ou incidente.

Proposta de palavras-chave

Ataque mecânico ligeiro; *bogie*; descarrilamento; empeno de via; EN 13848-5; manutenção de material circulante; manutenção de via; nivelamento transversal; Regulamento (UE) 445/2011; rodado; vagão.

Nota prévia para o leitor

Neste relatório, a representação das unidades e números é feita em conformidade com o Sistema Internacional de Unidades (SI), com o disposto nas normas da série ISO/IEC 80000 e com a norma portuguesa NP 9:1960. Nos casos especiais em que outra unidade seja correntemente utilizada no meio ferroviário, esta será indicada acompanhada da sua correspondência no SI.

Todos os termos técnicos (indicados em *itálico* na primeira vez em que sejam mencionados), abreviaturas e acrónimos, que não sejam explicados no corpo do texto, são-no no glossário no final deste relatório.

Em certos casos, as descrições e figuras poderão ser simplificadas com vista a tornar mais fácil a compreensão de certos conceitos a leitores estranhos à tecnologia ferroviária, não se devendo entender de tal opção editorial qualquer menor rigor ou profundidade no desenvolvimento da investigação técnica.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	7
ÍNDICE DE QUADROS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
1. RESUMO SUMMARY	11
1.1. Breve descrição da ocorrência Short description of the occurrence	11
1.2. Causas diretas, fatores contribuintes e causas subjacentes Main conclusions of the investigation	12
1.3. Principais recomendações e respetivos destinatários Main recommendations and their addressees	15
2. FACTOS IMEDIATOS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA	17
2.1. Ocorrência	17
2.2. Investigação pelo GPIAAF	18
2.2.1. Notificação da ocorrência e ações imediatas	18
2.2.2. Decisão de investigar	19
2.2.3. Âmbito da investigação	19
2.2.4. Investigador responsável	19
2.2.5. Processo de investigação	19
2.3. Circunstâncias da ocorrência	21
2.4. Mortes e outros danos	34
2.4.1. Mortes e danos corporais	34
2.4.2. Danos materiais	34
2.4.3. Custo económico dos atrasos	35
2.5. Circunstâncias externas	35
3. REGISTO DOS INQUÉRITOS	37
3.1. Resumo dos depoimentos	37
3.2. Sistema da Gestão de Segurança	38
3.2.1. Certificação das empresas envolvidas	38
3.2.2. Componentes relevantes do SGS do Gestor da Infraestrutura	38
3.2.3. Componentes relevantes do SGS da empresa de transporte ferroviário	40
3.2.4. Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária	41
3.3. Normas e regulamentação	41
3.4. Funcionamento do material circulante e das instalações técnicas	42
3.4.1. Material circulante	42
3.4.2. Via	52
3.5. Documentação das ações relativas ao sistema de exploração	68
3.5.1. Circulação do comboio	68
3.5.2. Pós-acidente	70
3.6. Interface homem/máquina/organização	70
3.6.1. Pessoal do gestor da infraestrutura	70
3.6.2. Pessoal do prestador de serviços	70
3.7. Ocorrências de carácter semelhante	71
4. ANÁLISE E CONCLUSÕES	73
4.1. Relatório final da cadeia de acontecimentos	73
4.2. Debate	80
4.2.1. O comportamento do material circulante	80
4.2.2. Os trabalhos de manutenção da via no local em 31-03-2017	91
4.2.3. O comportamento da via após a conclusão dos trabalhos	98
4.2.4. Fratura do carril	100
4.2.5. Fratura do tensor do 1.º vagão	100
4.2.6. O sistema de manutenção da ERM relativo aos vagões Uacs Transfesa utilizados em Portugal	101
4.2.7. A verificação pela ETF da aptidão dos vagões Uacs Transfesa para integrar um comboio	103
4.2.8. Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária	104
4.2.9. Árvore causal do acidente	105
4.3. Conclusões	105

4.4.	Observações suplementares	107
4.4.1.	A segurança dos trabalhadores na intervenção executada na via em 31-03-2017	107
4.4.2.	Rastreabilidade dos componentes de segurança dos vagões Uacs mantidos pela Transfesa S.A.	109
5.	MEDIDAS ADOTADAS	111
6.	RECOMENDAÇÕES	115
6.1.	Enquadramento	115
6.2.	Recomendações de segurança relativas à ocorrência	115
6.3.	Recomendações de segurança relativas a observações suplementares	117
7.	INFORMAÇÃO ADICIONAL	119
7.1.	Abreviaturas e acrónimos	119
7.2.	Glossário	120
7.3.	Bibliografia	122
8.	ANEXOS	125
	ANEXO 1 – Comunicação da decisão de investigar	
	ANEXO 2 – Elementos explicativos sobre parâmetros geométricos de via	
	ANEXO 3 – Árvore causal do acidente	
	ANEXO 4 – Pronúncias das partes interessadas	

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Tempos de resposta das entidades envolvidas	20
Quadro 2:	Composição do comboio	23
Quadro 3:	Elementos sobre os vagões Uacs da empresa Transfesa	26
Quadro 4:	Valores obtidos da documentação das empresas e das pesagens.	27
Quadro 5:	Valores obtidos da documentação das empresas.	28
Quadro 6:	Valores obtidos da documentação das empresas.	28
Quadro 7:	Valores obtidos da documentação das empresas e das pesagens.	29
Quadro 8:	Sequência de eventos das operações da emergência ferroviária	34
Quadro 9:	Custos parciais do acidente	35
Quadro 10:	Período de afetação da linha do norte e penalizações aos comboios	35
Quadro 11:	Dados de precipitação diária nas duas semanas anteriores e semanal no período de um ano	36
Quadro 11:	Sismograma registado em consequência do acidente	36
Quadro 12:	Registos da unidade de registo da locomotiva 5621	43
Quadro 13:	Datas inscritas nos vagões da realização das revisões	44
Quadro 14:	Níveis de manutenção e respetiva responsabilidade	46
Quadro 15:	Parâmetros dos rodados do vagão 930 5 065	51
Quadro 16:	Vagões cujos rodados foram medidos, nos quais foram detetadas desconformidades	51
Quadro 17:	Registo das anomalias encontradas (medição KRAB)	55
Quadro 18:	Registo das anomalias encontradas (medição EM-120)	56
Quadro 19:	Registo da escala e insuficiência de escala	57
Quadro 20:	Registo de anomalias encontradas, inspeção de 21-07-2016	58
Quadro 21:	Registo de anomalias encontradas, inspeção de 07-10-2016	59
Quadro 22:	Registo de anomalias encontradas, inspeção de 16-12-2016.	59
Quadro 23:	Horas de passagem das composições no local da intervenção	63
Quadro 24:	Cronologia temporal dos eventos relacionados com a manutenção corretiva efetuada	64
Quadro 25:	Comboios que passaram no local	64
Quadro 26:	Registo do perfil transversal do carril	66
Quadro 27:	Registo das anomalias na zona relevante para o descarrilamento, 2016-2017	67
Quadro 28:	Dados gerais dos trabalhadores da equipa que realizou a intervenção	71
Quadro 30:	Extrato da tabela constante no ponto n.º 28 do Caderno de Encargos	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista geral dos vagões descarrilados	17
Figura 2: Identificação dos vagões descarrilados	24
Figura 3: Sentido de circulação original dos vagões	24
Figura 4: Esquema da locomotiva elétrica – série 5600	25
Figura 5: Vagão Uacs da empresa Transfesa	25
Figura 6: Esquema de vagão Uacs da empresa Transfesa	26
Figura 7: Esquema de vagão Rgs da empresa MEDWAY	27
Figura 8: Esquema de vagão Rlps da empresa MEDWAY	28
Figura 9: Uacs da empresa Cimpor	29
Figura 10: Travessa de Betão bi-bloco	30
Figura 11: Extrato do esquema longitudinal da infraestrutura de via no local	30
Figura 12: Extrato do diagrama de sinalização ferroviária	31
Figura 13: Gráfico dos dados de taquimetria da locomotiva 5621	43
Figura 14: Extrato do plano indicando os ciclos de manutenção do vagão	45
Figura 15: Check-list da verificação da composição antes da partida.	46
Figura 16: Rotura do gancho de tração	47
Figura 17: Equipamento tensor do 1.º vagão	47
Figura 18: Veio do equipamento de tração do 1.º vagão	48
Figura 19: Pormenor do desmantelamento das peças (01-04-2017).	48
Figura 20: Vagão e 1.º bogie que descarrilou (02-04-2017)	49
Figura 21: Operação de carga dos vagões acidentados. 03-07-2017.	49
Figura 22: Operação de arrumação no parque.	50
Figura 23: Parâmetros dos rodados.	50
Figura 24: Ponto de origem de descarrilamento (PK 221,337)	52
Figura 25: Aspeto da via a cerca de nove metros antes do POD	53
Figura 26: Extrato do gráfico de parâmetros de via – equipamento KRAB	54
Figura 27: equipamento de medição KRAB	55
Figura 28: Veículo de inspeção de via e catenária VIV 02 (EM-120) do GI	55
Figura 29: extrato do gráfico de parâmetros de via – equipamento EM-120	56
Figura 30: Sobreposição das medições feitas pelo KRAB e pelo EM-120 de alguns parâmetros geométricos da via	57
Figura 31: Extrato do plano de manutenção preventiva sistemática da Linha do Norte entre Souselas e Coimbra-B	59
Figura 32: Extrato do registo de inspeção de via em 28-03-2018	60
Figura 33: Imagem de 2015, onde é patente a ascensão de finos naquele local	61
Figura 34: Extrato do registo da falha 21154194	61
Figura 35: Figura exemplificativa do trabalho de ataque ligeiro manual	62
Figura 36: Imagem de 02-04-2017 do local intervencionado	64
Figura 37: Ilustração das possíveis origens da colmatação do balastro com finos	65
Figura 38: Diferença entre o balastro novo colocado no local após o restabelecimento da circulação e o balastro removido contaminado com finos	66
Figura 39: “Head-check” na mesa de rolamento	67
Figura 40: fratura na zona reforçada com barretas, evidenciando secção de carril com “squat”	68
Figura 41: extrato do gráfico regulado do dia 01-04-2016 referente ao troço Pampilhosa Alfarelos	68
Figura 42: Extrato da marcha do comboio	69
Figura 43: Extratos do BCF do comboio	69
Figura 44: Ilustração da aproximação do comboio ao ponto de início do descarrilamento	73
Figura 45: Ilustração da posição do comboio no momento de início do descarrilamento.	73
Figura 46: Marcas do início do descarrilamento	74
Figura 47: Ilustração da evolução da posição do vagão descarrilado após o início do descarrilamento	74
Figura 48: Ilustração da posição do comboio quando as rodas do vagão descarrilado encostam à fila esquerda	75
Figura 49: Trajetória das rodas do bogie descarrilado no balastro até as rodas do lado direito encostarem à fila esquerda	75
Figura 50: Ilustração da posição do vagão descarrilado quando as rodas encostam à fila esquerda	75

Figura 51: Ilustração da posição do comboio quando as rodas do vagão descarrilado galgam a fila esquerda e o engate rompe	76
Figura 52: Ilustração da posição do comboio quando o vagão descarrilado embate no poste de catenária	76
Figura 53: Ilustração da posição do vagão descarrilado quando a sua dianteira embate no poste de catenária 221-12	77
Figura 54: Ilustração da posição do comboio e do vagão descarrilado após embate deste no poste de catenária	77
Figura 55: Ilustração do vagão descarrilado arrastando o poste de catenária 221-12	77
Figuras 56 e 57: Ilustração do enviesamento gradual e tombo do vagão	78
Figura 58: Ilustração da rotação do vagão tombado	78
Figura 59: Ilustração do movimento e posição do primeiro vagão descarrilado até queda na vala, e do comboio e demais vagões descarrilados	78
Figura 60: Ilustração do movimento do 1.º vagão descarrilado até queda na vala.	79
Figura 61: Ilustração da posição final dos vagões descarrilados e restante composição	79
Figura 62: Imagem da posição final dos vagões descarrilados e indicação da sua ordem original na composição.	79
Figura 63: Representação do diagrama de flechas da curva (metade superior do gráfico) e do nivelamento transversal (metade inferior do gráfico). A zona intervencionada em 31-03-2017 está sombreada.	80
Figura 64: Representação da escala da via e da insuficiência de escala teórica	81
Figura 65: Escala da via, insuficiência de escala teórica e insuficiência de escala para o vagão Uacs.	82
Figura 66: Ilustração do efeito do aumento súbito de escala e do balanceio nas cargas das rodas.	82
Figura 67: representação do nivelamento longitudinal dos carris (medição KRAB) e posição relativa dos pivôs dos <i>bogies</i> do vagão Uacs Transfesa	83
Figura 68: Ilustração do efeito das oscilações causadas no vagão pela variação no nivelamento longitudinal e seu efeito nas cargas nas rodas	83
Figura 69: Representação da escala da via e do empeno na base de medição correspondente à distância entre pivôs do vagão Uacs Transfesa	84
Figura 70: Representação do modo de combinação dos empenos em veículos de <i>bogies</i>	85
Figura 71: Representação do empeno da via na base de medição 9,80 m, indicando o limite admissível	86
Figura 72: Representação da trajetória teórica de um rodado e de um <i>bogie</i>	87
Figura 73: Representação do guiamento natural de um rodado em curva	88
Figura 74: Representação do movimento de um rodado com rodas de diâmetros diferentes mas permitindo atingir círculos de rolamento de diâmetro igual por translação lateral y	88
Figura 75: Representação do movimento de um rodado com rodas de diâmetros diferentes após esgotado o jogo lateral permitido pela via.	89
Figura 76: Ilustração de uma zona com travessas dançantes devido a colmatação do balastro com finos	91
Figura 77: Ilustração de zona com travessas dançantes à passagem dos comboios	91
Figura 78: Esquema ilustrativo do processo de definição do nivelamento longitudinal do carril a repor	92
Figura 79: Ilustração de visor e miras utilizados em nivelamento longitudinal do carril.	93
Figura 80: Deficiência do ataque com meios mecânicos ligeiros quando o balastro velho compacto e preenchido por finos debaixo da travessa não é removido	94
Figura 81: Ataque com meios mecânicos ligeiros em balastro limpo, onde as pedras se deslocam facilmente para debaixo da travessa pela ação mecânica vibratória dos equipamentos.	95
Figura 82: Representação cronológica da passagem dos comboios durante o período dos trabalhos	96
Figura 83: Nivelamento longitudinal dos carris na zona da intervenção realizada	99
Figura 84: Distribuição sequencial do peso dos comboios entre a finalização da intervenção e o acidente	99
Figura 85 – Zonas de risco nos trabalhos em área ferroviária e tabela das distâncias das zonas de segurança	107

1. RESUMO || SUMMARY

1.1. Breve descrição da ocorrência || Short description of the occurrence

O acidente ocorreu no dia 01 de abril de 2017, cerca das 18:07, no troço da *via descendente* entre as estações de Souselas e Coimbra-B, na Linha do Norte, próximo do apeadeiro de Adémia.

Quando o *comboio* de mercadorias n.º 95204/5 passou no PK 221,337¹ circulando a uma velocidade de 95 km/h, iniciou-se o descarrilamento de nove veículos que ocupavam as posições do segundo ao décimo lugar na composição com um total de 21 veículos mais a locomotiva. Neste processo alguns dos vagões tombaram e foram causados estragos consideráveis ao longo de cerca de 250 metros em ambas as vias da Linha do Norte, destruição das instalações fixas de tração elétrica e danos em graus variáveis no *material circulante*, que se encontrava carregado com cimento.

O descarrilamento não provocou danos pessoais.

Houve uma paragem total da exploração ferroviária entre as estações de Coimbra-B e Souselas a partir da hora do descarrilamento e até à reabertura da via ascendente, às 00:45 do dia 04-04-2017 (54h38min depois do acidente); o restabelecimento da circulação normal de comboios na via descendente ocorreu às 22:10 do dia 05-04-2017 (100h03min após o acidente).

The derailment happened on the 1st of April 2017, around 18:07, on the up track of the Norte Line, between Souselas and Coimbra-B stations, near Adémia halt.

When the southbound freight train 95204/5 was passing KM 221,337¹ at 95 km/h, the wagons from the 2nd to the 10th position derailed, from a total of 21 hauled vehicles. In the derailment, some of the wagons overturned and jackknifed, causing considerable damage to both tracks over a distance of about 250 m, to the OHL, and to the rolling stock. The derailed wagons were mainly bogie presflo tank wagons loaded with cement.

The derailment didn't cause any personal injuries.

Rail service was completely halted between Coimbra-B and Souselas stations from the moment of the derailment until the reopening of the down line, at 00:45 of the 4th of April (54h38min after the accident); the reestablishment of service on the up line happened at 22:10 of the 5th of April (100h03min after the accident).

¹ Referencial de distância contado a partir da *estação* de Lisboa Santa Apolónia. || Distance referential from Lisboa Santa Apolónia station.

1.2. Causas diretas, fatores contribuintes e causas subjacentes || Main conclusions of the investigation

A causa imediata do acidente foi a perda de guiamento dos rodados do *bogie* dianteiro do segundo vagão da composição, consistente com o alívio da carga vertical nas correspondentes rodas do lado esquerdo no sentido da marcha.

A perda de guiamento ocorre quando este veículo passava numa zona da via com uma anomalia no seu nivelamento transversal excedendo os limites admitidos para a circulação de comboios sem restrições.

As características do vagão em termos de dimensões e massa, e a sua resposta dinâmica à geometria da via existente no local, tornaram-no suscetível de ter a sua margem de segurança ao descarrilamento anulada. É possível que a resposta dinâmica do vagão à geometria da via tenha sido influenciada adicionalmente pela dinâmica dos dois vagões que lhe estavam adjacentes, incluindo pelo efeito causado por anomalias existentes num rodado em ambos, impeditivas da sua utilização sem restrições.

A investigação determinou como causa mais provável para as anomalias na geometria da via, a sua deformação sob o efeito da passagem dos comboios ocorrida após uma intervenção de manutenção realizada no dia anterior ao descarrilamento, uma vez que foi constatado que os referidos trabalhos não foram executados e verificados de forma adequada a garantir a qualidade do resultado da intervenção.

A não realização de medições e a não observação do primeiro comboio a passar após a intervenção de manutenção corretiva, contrariando as disposições para a realização do trabalho, resultaram na impossibilidade de verificação da qualidade do suporte das travessas e da adequada geometria da via. Além disso, o método utilizado para a realização da intervenção de manutenção não estava suportado em procedimentos de trabalho específicos, pelo que não havia sido objeto de estudo e avaliação técnicas da sua adequação ao tipo de anomalia a retificar.

The immediate cause of the accident was the loss of guidance on the wheelsets of the second wagon's leading bogie, consistent with the relief of the vertical loads on the corresponding left side wheels (in the traveling direction).

The loss of guidance occurs when this vehicle was negotiating a track section with a cross level fault, resulting in the exceedance of the allowed limits for unrestricted operation.

The dimension and mass characteristics of the wagon, as well as its dynamical response to the track geometry at the location, made it susceptible to having its safety margin to derailment cancelled. It is possible that the wagon's dynamic response was additionally influenced by the dynamic behaviour of the two adjoining wagons, including the effect caused by an existing defect on a wheelset of each wagon, consisting of a difference between the diameter of the wheels exceeding the allowed operational limit.

The investigation determined as the most probable cause for the track geometry fault, track deformation under the effect of the passing trains, following a wet bed correction work carried out by a maintenance gang on the previous day, considering that the work carried out by kango tamper packing was not performed and controlled in a way liable to give assurance to the quality of the result.

The fact that the measurement of the geometry after the work was not performed, nor was the track behaviour observed on the passing of the first train following the intervention, uncompliant to the established procedures, resulted in the quality of sleeper support and track geometry not being confirmed. Furthermore, the tasks performed were not supported by work procedures dedicated to the specific job performed, therefore not having been subjected to a technical evaluation of its fitness for the type of maintenance to be performed.

Também, a formação facultada à equipa de trabalho do prestador de serviços e ao agente do *gestor da infraestrutura* encarregado da fiscalização e receção dos trabalhos, não se revelou suficiente para que estes trabalhadores apreciassem a criticidade em garantir uma rigorosa qualidade de execução dos trabalhos da geometria da via no local para a segurança da circulação dos comboios.

É ainda possível que a pluviosidade ocorrida nos dias anteriores e no próprio dia da intervenção, associada às inadequadas condições de drenagem da via persistentes no local ao longo dos anos, tenham contribuído para o processo de deformação da via.

Por fim, as anomalias constatadas em veículos presentes no comboio, da mesma série daquele por onde o descarrilamento se iniciou, indicam que o regime de inspeções e manutenção a que os mesmos estão sujeitos não são inteiramente adequados, pelo que não permite excluir terminantemente que alguma anomalia indetetável devido aos danos sofridos por aquele vagão no acidente possa ter também concorrido para a ocorrência deste.

A quebra do engate entre o primeiro e o segundo vagão, resultante das forças em jogo, contribuiu para a magnitude das consequências do acidente.

Como principais causas profundas do acidente, isto é, os fatores relacionados com os sistemas de gestão de segurança, procedimentos organizativos ou quadro regulamentar ou regulatório, a investigação concluiu que o processo de controlo do trabalho executado pelos prestadores de serviços contratados pelo gestor da infraestrutura, previsto no seu sistema de gestão da segurança, não teve a robustez necessária para evitar a deficiente fiscalização que existiu sobre a execução dos trabalhos realizados no local.

Adicionalmente, o processo de auditorias internas para efeito de monitorização e melhoria contínua de processos do gestor da infraestrutura, apesar de ter vindo a ter sucesso ao longo dos últimos anos em identificar diversas constatações no âmbito da atividade de fiscalização a carecer de correção/revisão e lacunas ao nível do conhecimento técnico, tendo

Additionally, the training given to the contractor gang and to the supervisor from the IM revealed to be insufficient to guarantee that these workers appreciated the criticality of guaranteeing a faultless quality of the work performed, considering the strict geometric requirements for track on transition curves.

It is also possible that the rainfall occurred on the days leading to the accident date, associated with the persistent deficient track drainage at the spot over the years, have contributed to the track deformation.

Lastly, the defects found on the running gear of the wagons of the same type as the one where the derailment started, indicate that the type's inspection and maintenance regime are not entirely adequate, therefore not allowing to exclude that on the first derailed wagon some fault, undetected by the damage, may have also played a part in the wagon behaviour and a causal factor to the derailment.

The rupture of the coupling between the first and second wagons due to the forces involved, contributed to the dimensions and consequences of the accident.

As main root causes related to the accident, the investigation has concluded that the IM process for controlling the work performed by its contractors in accordance with its SMS, was not robust enough to prevent the deficient control of the work performed.

Additionally, although being successful over the last years in identifying several relevant findings regarding the control of contractors and competences of staff, in both cases allowing improvements to be made, the IM internal process for monitoring and continuous improvement was not effective in identifying the shortcomings found in this investigation

em ambos os casos já atuado com vista à sua correção, não foi eficaz para identificar as lacunas constatadas no presente caso no controlo do trabalho executado pelo prestador de serviços, na formação do pessoal envolvido e a inexistência de procedimentos que enquadrassem tecnicamente o método de trabalho utilizado no tipo de intervenção em apreço.

No respeitante às condições de operacionalidade dos veículos que integravam o comboio, o processo da *empresa de transporte ferroviário* destinado a controlar o risco de que um veículo não esteja apto a integrar um comboio e o processo da *entidade responsável pela manutenção* (ERM) para a monitorização do seu próprio sistema de gestão da manutenção, não tiveram a robustez adequada a garantir que os veículos integrantes do comboio estavam aptos para circulação sem restrições.

O facto de o Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., enquanto *autoridade nacional de segurança ferroviária*, no âmbito das suas obrigações de supervisão, nunca ter procedido a qualquer auditoria à aplicação dos sistemas de gestão da segurança do gestor da infraestrutura e da empresa de transporte ferroviário, também não permitiu que as debilidades referidas fossem identificadas ou objeto de melhoria. Apesar de há vários anos vir a planear realizar as auditorias de supervisão aos sistemas de gestão da segurança do gestor da infraestrutura e de outras empresas ferroviárias, estas têm sido adiadas sucessivamente por falta de meios para o efeito.

Por fim, importa salientar que, logo em sequência do acidente e ao longo do decurso da investigação, em conformidade com a sua responsabilidade legal no âmbito da segurança ferroviária e evidenciando o funcionamento do seu processo interno de introdução de medidas corretivas na sequência de acidentes, o gestor da infraestrutura ferroviária encetou diversas medidas visando eliminar deficiências detetadas nos seus processos, genericamente respeitantes a procedimentos de manutenção, formação do pessoal e controlo dos prestadores de serviços.

Também e por seu lado, o IMT, no âmbito das suas duplas responsabilidades de autoridade nacional de segurança e de fiscalização do

relating to the monitoring and control of the work performed by the contractor, to the training of staff involved and to the lack of procedures that technically supported the work method for the repair of the wet bed on the track.

Concerning the functioning conditions of the vehicles in the train, the RU process for controlling the risk of a vehicle in its train not being in a state that doesn't compromise the safe operations, and the ECM monitoring of its own maintenance system, were not sufficiently robust to guarantee that the wagons were all fit for operation.

The fact that the NSA, within its supervision obligations, has never audited the continuous application of the IM and RU safety management systems, has also not allowed that the above mentioned weaknesses were duly identified and corrected. Despite for the last several years having planned to conduct supervision audits to the IM and RUs safety management systems, these have been systematically postponed due to the persistent lack of available staff for their undertaking.

Mention must be made that, immediately following the accident and during the course of this investigation, incompliance with its legal obligation for the safe conduct of its operations and giving evidence of its internal process for improvement in the follow up of accidents, the IM has started several corrective measures in order as to eliminate shortcomings identified in its SMS processes, broadly concerning maintenance procedures, training of staff and control of contractors.

Also, the NSA, within its double role as safety authority and as inspection body for the quality framework of rail infrastructure, started several

cumprimento do quadro regulamentar de qualidade e segurança relativamente às infraestruturas ferroviárias, encetou diversas ações de supervisão, incluindo um processo de inspeção técnica ao estado das infraestruturas ferroviárias de partes da *rede ferroviária nacional* (RFN).

As medidas tomadas por estas duas entidades estão enumeradas no capítulo 5 do presente relatório e tratam de uma parte das principais causas identificadas pela investigação, tornando assim desnecessário emitir recomendações em algumas delas.

Nenhuma outra entidade envolvida comunicou haver tomado medidas de melhoria no âmbito dos respetivos sistemas de gestão.

supervision and inspection actions, including a technical overview of the condition of sections of the rail network.

The measures taken by these two entities are discriminated in chapter 5 and address part of the causes identified for the accident, making it unnecessary to issue recommendations on some of them.

No other entity has informed of any improvement measures taken following the accident.

1.3. Principais recomendações e respetivos destinatários || Main recommendations and their addressees

Neste relatório, são dirigidas ao IMT, I.P., na sua qualidade de autoridade nacional de segurança ferroviária, cinco recomendações de segurança relativas às causas do acidente, incidindo sobre os seguintes aspetos:

- Acompanhamento da implementação das ações desencadeadas na sequência do acidente pelo gestor da infraestrutura, a empresa Infraestruturas de Portugal S.A., relativamente a procedimentos de manutenção, formação do pessoal e controlo do trabalho fornecido pelos prestadores de serviços de manutenção;
- Supervisão de aspetos específicos do sistema de gestão da segurança do gestor da infraestrutura;
- Necessidade de concretização do seu plano plurianual de auditorias aos sistemas de gestão da segurança das empresas ferroviárias;
- Procedimentos de garantia de aptidão dos veículos para integrarem os comboios, tendo como implementador final a empresa de transporte ferroviário MEDWAY, S.A.;
- Supervisão dos processos visando garantir as adequadas condições de circulação dos vagões Uacs detidos pela empresa Transfesa S.A. utilizados exclusivamente em Portugal.

In this report, the NIB addresses to the NSA five safety recommendations relating to the causes of the accident, concerning the following aspects:

- Follow up of the actions started by the IM in consequence of the accident, relating to maintenance procedures, training of staff and control of maintenance work performed by contractors;
- Supervision of specific parts of the IM's SMS;
- The need to effectively establish and fulfil a multiannual audit plan of the IM and RUs safety management systems;
- The required procedures for ensuring that each vehicle in its trains will be in such a state that doesn't compromise safe operations, with the involved RU as end implementer
- Supervision of the processes in order as to guarantee the conditions for safe use of the Uacs wagons kept by Transfesa S.A. permanently allocated to services in Portugal.

O GPIAAF entendeu igualmente endereçar ao IMT, I.P., na sua qualidade de autoridade nacional de segurança ferroviária, duas recomendações de segurança relativas a observações suplementares feitas no decurso da investigação, isto é, situações que não tiveram relação com o acidente, mas que podem ser relevantes para a segurança noutras situações. Estas incidem sobre as seguintes matérias:

- Controlo das medidas de segurança dos trabalhadores nos trabalhos em ambiente ferroviário, tendo como implementador final o gestor da infraestrutura;
- Supervisão, pela entidade competente, de processos da entidade responsável pela manutenção para rastreabilidade de componentes de segurança do material circulante.

The NIB has also issued two safety recommendations to the NSA based on additional observations made in the course of the investigation relating to findings not connected to the accident but that in other circumstances may be relevant for safety. These concern the following aspects:

- Control of the track safety protection measures for workers, having the IM as end implementer;
- Supervision, by the competent entity, of the ECM processes regarding the traceability on the vehicles of the configuration of components related to safety.

2. FACTOS IMEDIATOS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA

2.1. Ocorrência

O acidente ocorreu no dia 01 de abril de 2017, cerca das 18:07, no troço da via descendente entre as estações de Souselas e Coimbra-B, na Linha do Norte, próximo do apeadeiro de Adémia.

Quando o comboio de mercadorias n.º 95204/5, operado pela empresa de transporte ferroviário MEDWAY e composto por 21 veículos rebocados pela locomotiva elétrica n.º 5621, cuja marcha havia tido origem na *estação* de Souselas e tinha Sines como destino final, passou no PK 221,337 circulando a uma velocidade de 95 km/h, iniciou-se o descarrilamento de nove veículos que ocupavam as posições do segundo ao décimo lugar na composição rebocada. Destes, oito descarrilaram na totalidade (do 2.º ao 9.º lugar) tendo o remanescente descarrilado apenas o primeiro *bogie* no sentido da marcha.



Figura 1: Vista geral dos vagões descarrilados [imagem SIC]

Neste processo, como apresentado na figura anterior, alguns dos vagões tombaram e foram causados estragos consideráveis em ambas as vias da Linha do Norte, destruição das instalações fixas de tração elétrica e danos em graus variáveis no material circulante, que se encontrava carregado com cimento.

Por se ter partido o engate entre o primeiro e o segundo vagão, a locomotiva e o primeiro vagão do comboio prosseguiram a sua marcha em frenagem de emergência, tendo ficado imobilizados na via a cerca de 350 metros além dos destroços dos vagões. Também os vagões que se seguiam àqueles que descarrilaram não foram afetados.

Após a paragem, a tripulação acionou a tecla de alarme do sistema de *Rádio Solo-Comboio*² (RSC), informou o *Centro de Comando Operacional*³ (CCO) de Lisboa do gestor da infraestrutura (GI) e os órgãos de controlo e gestão de tráfego do operador ferroviário.

O descarrilamento não provocou danos pessoais.

Não foi necessária a intervenção de equipas de socorro externo, sendo acionado o *plano de emergência* para a ferrovia com a categoria vermelha e nomeado um *gestor local de emergência* (GLE) pelo gestor da infraestrutura e um *gestor de emergência local* (GEL) pela empresa de transporte ferroviário.

Houve uma paragem total da exploração ferroviária entre as estações de Coimbra-B e Souselas a partir da hora do descarrilamento e até à abertura com restrição de velocidade da via ascendente, às 00:45 do dia 04-04-2017 (54h38min depois da ocorrência do acidente), após os trabalhos de remoção dos destroços e a reparação da infraestrutura danificada nesta via. O restabelecimento da circulação normal de comboios na via descendente ocorreu após os trabalhos de recuperação desta infraestrutura sendo dada a via livre com restrição de velocidade às 22:10 do dia 05-04-2017 (100h03min após a ocorrência do acidente).

2.2. Investigação pelo GPIAAF

2.2.1. Notificação da ocorrência e ações imediatas

A notificação do acidente ao Gabinete de Investigação de Segurança e de Acidentes Ferroviários (GISAF)⁴ foi efetuada em 01-04-2017, às 18:26 através de *sms* da empresa de transporte ferroviário, posteriormente complementada por notificação detalhada por correio-eletrónico, do gestor da infraestrutura.

Considerando a tipologia do acidente, ambos os investigadores do GISAF foram imediatamente mobilizados para o local, equipa reforçada na madrugada do dia seguinte pelo diretor do Gabinete. No local foi feito o levantamento minucioso da situação e recolhidas todas as evidências necessárias. Os destroços, quer da infraestrutura como do material circulante, foram removidos de forma controlada e sempre sob a supervisão dos investigadores, em trabalho conjunto com todas as partes de forma a permitir a libertação faseada do local do acidente para permitir o mais rapidamente possível os trabalhos de restabelecimento das condições de circulação, os quais não foram prejudicados pelos trabalhos de investigação do GISAF.

A via foi objeto de registo fotográfico exaustivo pelo GISAF e de medição de todos os seus parâmetros geométricos com recurso a equipamentos apropriados, ligeiros e pesados, do gestor da infraestrutura.

O material circulante foi igualmente objeto de registo exaustivo e todos os destroços do material circulante foram rastreados e identificados pelos investigadores e de seguida recolhidos num terreno adjacente ao local do descarrilamento. Posteriormente foram transportados por via rodoviária para instalações oficiais a fim de serem sujeitos às necessárias peritagens, processo este que se revelou bastante moroso.

O processo de investigação no terreno, na fase inicial, terminou ao final da tarde do dia 02-04-2017.

² Sistema que permite de entre outras possibilidades a comunicação entre o comboio e o centro de comando de tráfego.

³ Centro de comando e controlo de tráfego ferroviário que no presente caso se encontra instalado em Lisboa.

⁴ O GISAF foi extinto em 29-06-2017, tendo as suas atribuições sido integradas no Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários (GPIAAF).

2.2.2. Decisão de investigar

Depois da análise da informação recolhida no local e na sequência imediata do acidente, a decisão de investigar foi tomada em 07-04-2017 pelo diretor do GISAF no exercício das suas atribuições e competências, com fundamento no n.º 1 do art.º 4.º do Decreto-Lei n.º 394/2007 (n.º 1 do art.º 19.º da Diretiva n.º 2004/49/CE): investigação obrigatória de acidentes graves no transporte ferroviário, por se ter considerado que o acidente teve um impacto manifesto na gestão da segurança ferroviária. A este processo foi atribuído o código interno de identificação Inv_20170401.

A decisão de investigar, com os respetivos fundamentos, consta de formulário de investigação interno e foi comunicada em 09-04-2017 à autoridade nacional de segurança ferroviária, ao gestor da infraestrutura ferroviária e à empresa de transporte ferroviário envolvida. Foi também registada na base de dados ERAIL da Agência Ferroviária da União Europeia, tendo-lhe sido atribuída a referência PT-5321.

2.2.3. Âmbito da investigação

Com base na informação disponível à data da decisão, foi definido o seguinte âmbito para a investigação:

- Determinação da sequência de eventos que conduziu ao descarrilamento e modo como os vagões descarrilaram;
- Estado da via, sua geometria e operações de manutenção;
- Estado de funcionamento do material circulante e respetiva manutenção;
- Condições de circulação dos vagões e modo como estavam carregados;
- Causas sistémicas que o decurso da investigação identifique relacionadas com o planeamento, gestão e supervisão das atividades e sectores relevantes das organizações envolvidas.

Ressalva-se que a investigação em causa tem um cariz meramente técnico não se ocupando, em caso algum, de qualquer atribuição de culpa ou de responsabilidades, tendo como único e exclusivo objetivo a possível melhoria da segurança e a prevenção de acidentes ferroviários.

2.2.4. Investigador responsável

A nomeação do investigador responsável pelo diretor do GISAF foi feita em 07-04-2017, em simultâneo com a decisão de investigar, constando de formulário interno. Para além do apoio interno da equipa do GISAF, teve o suporte de peritos nos domínios do projeto e manutenção de via, assim como de material circulante.

2.2.5. Processo de investigação

Foram utilizados recursos, técnicas e metodologias adequadas às diferentes fases da investigação, com o objetivo de reunir o máximo de informação relevante, tratá-la de forma sistematizada e analisá-la de modo estruturado.

Foi obtida informação das seguintes fontes:

- Documentação sobre a tripulação do comboio e suas escalas de serviço;
- Documentação técnica do material circulante;
- Recolha de documentação referente ao comando e controlo da circulação ferroviária que engloba o troço da Linha do Norte onde se verificou o acidente;
- Participações da tripulação do comboio n.º 95204/5;
- Relatório do registo de controlo de velocidade do comboio;
- Gráficos de circulação ferroviária;
- Legislação, normas, regulamentos e outros documentos normativos;
- Características geométricas da via nos locais e momentos relevantes;

- Determinação do histórico da evolução do estado da via no local e das respetivas operações de manutenção;
- Peritagem do material circulante relevante e determinação das operações de manutenção realizadas;
- Planos e procedimentos de manutenção da via e do material circulante;
- Consulta a peritos em matérias específicas;
- Documentação de posse do Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.;
- Relatório produzido pelo laboratório acreditado relativamente a três amostras de solo extraídas do local;
- Imagens aéreas do local do acidente cedidas pela cadeia de televisão SIC.

Foram utilizados os seguintes métodos de investigação:

- Recolha de depoimentos do pessoal operacional da empresa de transporte ferroviário e do gestor da infraestrutura;
- Reuniões com representantes das seguintes entidades ou órgãos:
 - Direção de Segurança do GI;
 - Inspeção e Diagnóstico de Via e Catenária do GI;
 - Direção de Manutenção do GI;
 - Direção de Segurança, da ETF;
 - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.;
 - Empresas detentoras dos veículos acidentados;
 - Entidades responsáveis pela manutenção dos veículos.
- Tratamento e análise da informação e documentação recolhida;
- Determinação da sequência de eventos.

Na investigação utilizaram-se as seguintes técnicas de análise:

- Análise da linha de tempo;
- Análise estatística;
- Árvore de riscos de gestão;
- Árvore causal.

As empresas ferroviárias e o IMT mostraram sempre cooperação ao longo da investigação, respondendo a todas as questões efetuadas e disponibilizando o essencial das informações solicitadas. De igual modo, os restantes intervenientes mostraram sempre receptividade para colaborar com a investigação, disponibilizando-se para prestar os seus depoimentos ou para fornecer informações relevantes para a investigação.

O tempo de resposta das entidades aos pedidos de informação feitos pelo GISAF/GPIAAF variou entre 1 e 59 dias, conforme seguidamente indicado.

<i>Entidade</i>	<i>Dias</i>
IP - Infraestruturas de Portugal, S.A.	de 1 a 59 dias
MEDWAY - Transportes & Logística*	de 1 a 32 dias

* Alguns dos elementos pedidos não foram fornecidos durante o período da investigação.

Quadro 1: Tempos de resposta das entidades envolvidas

Assinala-se, ainda, que foi bastante moroso o processo de transporte, a cargo da ETF, dos vagões acidentados para as instalações oficinais onde a peritagem se iria realizar, implicando que apenas em 13-10-2017 foi possível proceder à referida peritagem em oficina. No entanto, salienta-se que tal facto não influiu nos resultados obtidos.

Sem prejuízo dos contactos e reuniões realizados durante o processo de investigação, de modo a dar

formalmente às partes interessadas⁵ a oportunidade de corrigir eventuais erros factuais e submeter para a investigação as suas opiniões e perspetivas, o relatório preliminar foi remetido em 26-11-2018, no âmbito da audiência prévia prevista no ponto 4 do Artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, de 31 de dezembro, na redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 151/2014, de 13 de outubro, às seguintes entidades:

- Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária;
- IP – Infraestruturas de Portugal, S.A., enquanto gestor da infraestrutura;
- MEDWAY – Transportes & Logística, enquanto empresa de transporte ferroviário envolvida;
- Comissão de Trabalhadores da IP, enquanto organização representante dos trabalhadores do gestor da infraestrutura;
- TRANSFESA – Transportes Ferroviarios Especiales, S.A., enquanto entidade responsável pela manutenção dos vagões diretamente envolvidos no descarrilamento.

Foram recebidas pronúncias das seguintes entidades:

- Infraestruturas de Portugal, S.A.;
- MEDWAY – Transportes & Logística;
- TRANSFESA – Transportes Ferroviarios Especiales, S.A.;
- Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P..

O conteúdo de cada pronúncia foi devidamente analisado pelo GPIAAF e tido em consideração no presente relatório final sempre que considerado relevante, constando do anexo 4 ao presente relatório aquelas que não foram aceites, em conformidade com o estipulado no n.º 4 do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, assim como os comentários do GPIAAF.

2.3. Circunstâncias da ocorrência

2.3.1. Pessoas e entidades envolvidas

No âmbito deste acidente estiveram envolvidos:

- a) A **empresa de transporte ferroviário** que operava o comboio de mercadorias n.º 95204/5, com a designação social de MEDWAY - Transportes & Logística, dispõe de Certificado de Segurança “parte A” e “Parte B” emitidos pelo IMT, a parte A, com o n.º PT 11 2016 0003 e a parte B com o n.º PT 11 2016 0003, ambas válidas até 31-03-2021⁶.

Da ETF estiveram diretamente envolvidos:

- b1. O **maquinista do comboio** n.º 95204/5.
- b2. O **chefe do comboio**⁷ n.º 95204/5, função desempenhada nas condições regulamentares pelo operador de apoio do referido comboio.

⁵ Na aceção do n.º 5 do art.º 10.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, de 31 de dezembro, na redação que lhe foi conferida pelo Decreto-Lei n.º 151/2014, de 13 de outubro.

⁶ O Certificado de Segurança “Parte A” confirma a aprovação do sistema de gestão de segurança da ETF. O Certificado de Segurança “Parte B” confirma a aceitação das disposições adotadas pela ETF para cumprimento dos requisitos específicos necessários à respetiva operação em condições de segurança, nomeadamente quanto ao cumprimento das ETI e das normas técnicas de segurança, à aceitação dos certificados do pessoal e à autorização de colocação em serviço do material circulante utilizado.

⁷ Agente, que integra a tripulação de um comboio, responsável máximo pelo mesmo. O Chefe de Comboio acumula com as funções de Conductor.

Ambos estavam habilitados para desempenhar as suas funções, não sendo relevante para a investigação informação sobre a sua formação e manutenção de competências.

- b) O **gestor da infraestrutura**, com a denominação social Infraestruturas de Portugal, S.A.. Para exercer a sua atividade de gestão de infraestrutura, dispunha de Autorização de Segurança, parte A, n.º PT 21 2012 0001, e parte B n.º 22 2012 0001, válida até 31-08-2017 ⁸.

Do gestor da infraestrutura, estiveram diretamente envolvidos:

- c1. O **Posto de Comando Central (PCC)** órgão da estrutura do GI que tem a nível da rede ferroviária nacional como principais atribuições, de entre outras, comandar, supervisionar e coordenar as atividades operacionais dos Centros de Comando Operacional, coordenar a gestão operacional de ocorrências, coordenar a informação relevante, com incidência na circulação de comboios;
 - c2. O **Centro de Comando Operacional de Lisboa (CCO)**, órgão local da estrutura do GI que tem na sua área de abrangência, de entre outras funções, a regulação e comando da circulação dos troços da RFN, com sinalização telecomandável. Efetua a gestão da circulação emitindo as instruções adequadas para o pessoal dos comboios de modo a garantir um correto desempenho e segurança da circulação;
 - c3. A **empresa prestadora de serviços** de manutenção da via no troço onde ocorreu o acidente contratada pelo gestor da infraestrutura.
- c) O **Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.**, que tem como atribuições, entre outras, autorizar, licenciar e fiscalizar o exercício das atividades de transporte terrestre e complementar, assim como assegurar as funções de autoridade nacional de segurança ferroviária determinadas na legislação aplicável, incluindo, no que interessa à presente investigação:
- Verificar se os subsistemas estruturais que constituem o sistema ferroviário são explorados e mantidos em conformidade com os requisitos essenciais aplicáveis;
 - Emitir, renovar, alterar e revogar partes dos certificados de segurança e das autorizações de segurança e verificar se estão satisfeitas as condições e os requisitos neles previstos, e se as atividades dos gestores da infraestrutura e das empresas ferroviárias estão em conformidade com os requisitos estabelecidos na legislação comunitária ou nacional;
 - Controlar, promover e, se necessário, fazer aplicar e desenvolver o quadro regulamentar de segurança, incluindo o sistema de normas de segurança nacionais.

2.3.2. Material circulante

Na tabela seguinte encontra-se descrita a composição do comboio, assim como, a sombreado, os vagões que descarrilaram total ou parcialmente:

⁸ A Autorização de Segurança “Parte A” confirma a aprovação do sistema de gestão de segurança do gestor da infraestrutura. A Autorização de Segurança “Parte B” confirma a aceitação das disposições adotadas pelo GI para cumprimento dos requisitos específicos necessários à segurança da conceção, manutenção e exploração da infraestrutura ferroviária, incluindo, se aplicável, a manutenção e a exploração do sistema de controlo de tráfego e de sinalização.

n.º ordem composição	UIC / NEV (matrícula)	Tipo de material	Situação	Registo do Material circulante	
				Empresa Detentora	Empresa Responsável pela Manutenção (ERM)
0	90 94 076 5621-6	Locomotiva	N/A	CP - Comboios de Portugal, E.P.E.	CP - Comboios de Portugal, E.P.E.
1	83 71 930 5 112-0	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
2	83 71 930 5 065-0	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
3	83 71 930 5 140-1	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
4	83 71 930 5 116-1	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
5	83 71 930 5 153-4	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
6	83 71 930 5 152-6	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
7	83 71 930 5 014-8	Uacs	Carregado	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.	TRANSFESA - TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, S.A.
8	32 94 356 0 035-1	Rgs	Carregado	CPCARGA, Logística e Transportes Ferroviários de Mercadorias, S.A.	CPCARGA, Logística e Transportes Ferroviários de Mercadorias, S.A.
9	81 94 383 2 016-3	Rlps	Carregado	CPCARGA, Logística e Transportes Ferroviários de Mercadorias, S.A.	CPCARGA, Logística e Transportes Ferroviários de Mercadorias, S.A.
10	83 94 930 5 052-1	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
11	83 94 930 5 061-2	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
12	83 94 930 5 028-1	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
13	83 94 930 5 060-4	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
14	83 94 930 5 027-3	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
15	83 94 930 5 005-9	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
16	83 94 930 5 014-1	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
17	83 94 930 5 034-9	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
18	83 94 930 5 001-8	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
19	83 94 930 5 008-3	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
20	83 94 930 5 010-9	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.
21	83 94 930 5 007-5	Uacs	Vazio	CIMPOR - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A	GMF – Gestión de Maquinaria Ferroviaria, S.L.U.

Quadro 2: Composição do comboio

As imagens seguintes indicam a posição final dos veículos que descarrilaram assim como a direção em que originalmente circulavam.



Figura 2: Identificação dos vagões descarrilados



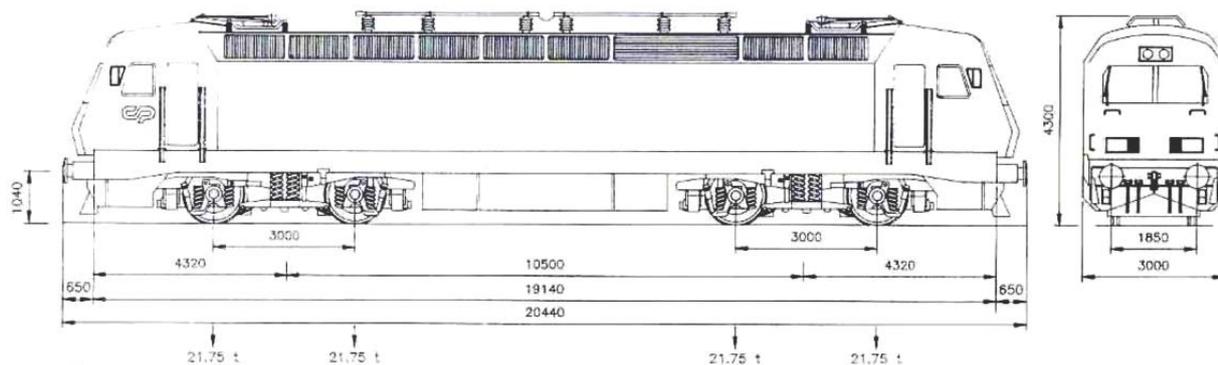
Figura 3: Sentido de circulação original dos vagões

O comboio tinha uma carga rebocada nominal de 1079 t, um comprimento total de 323,54 m e a velocidade máxima autorizada de 100 km/h.

Toda a composição estava dotada de freio contínuo pneumático por ar comprimido.

2.3.1.1. Locomotiva

A locomotiva que tracionava o comboio tinha a matrícula UIC/NEV 90 94 076 5621-6, pertencente à série 5600, era detida pela empresa CP – Comboios de Portugal, E.P.E. e operada pela empresa MEDWAY.



[doc. CP, recolhido de www.cp.pt]

Figura 4: Esquema da locomotiva elétrica – série 5600

Originalmente composta por 30 unidades, esta série de locomotivas elétricas (25 kV, 50 Hz) foi fabricada por um consórcio luso-alemão e entrou ao serviço entre 1993 e 1995, tendo potência de 5600 kW, velocidade máxima de 220 km/h e peso em ordem de marcha de 87 t (21,75 t por eixo).

Dispõem do sistema de *Controlo Automático de Velocidade (CONVEL)* e do sistema de vigilância de *Homem Morto (HM)*, sendo as ações efetuadas pelo maquinista e/ou por estes sistemas de segurança objeto de registo que fica disponível para posterior análise, se necessário.

Estava dotada de órgãos de choque e tração UIC com tensores de 1,5 MN de resistência.

De acordo com os dados de taquimetria, no momento do descarrilamento a locomotiva seguia a uma velocidade de 95 km/h, abaixo do limite máximo permitido para o comboio no local.

2.3.1.2. Vagões

Vagões Uacs – Transfesa (série 83 71 930 5 XXX-X)

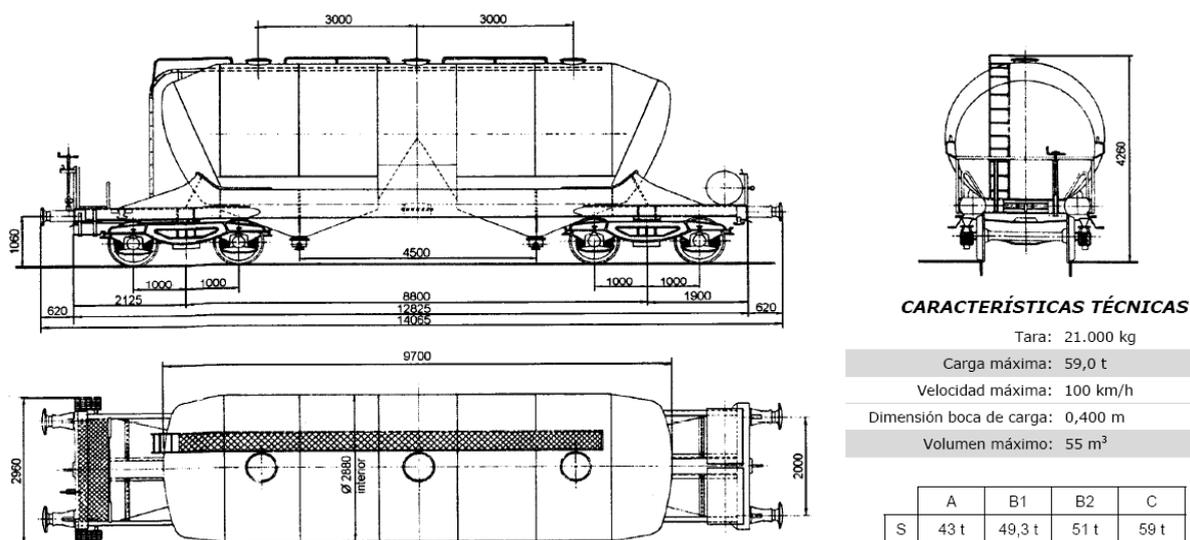


Figura 5: Vagão Uacs da empresa Transfesa

Os vagões desta série são de tipo especial para transporte de pulverulentos, construídos para diversos proprietários entre 1971 e 1982 pelo fabricante espanhol “Herederos de Ramón Múgica”, numa quantidade excedendo as quatro centenas de unidades. Têm conceção similar à de vagões cisterna, em que esta integra no seu interior duas tremonhas e assegura a função estrutural, sendo equipados com dois *bogies* do tipo Y-21 mecano-soldado e com freio a ar comprimido.

Estão matriculados em Espanha (código de país 71) e um contingente de algumas unidades está alugado pela Transfesa à Cimpor, fazendo serviço exclusivamente em Portugal. Este tipo de vagão está devidamente autorizado a circular em Portugal, onde é utilizado há mais de três décadas.

Embora sem relevância para o acidente, importa mencionar que este tipo de vagões está classificado nos dois primeiros algarismos da matrícula (que traduzem a aptidão à interoperabilidade dos veículos ferroviários) com o código numérico 83 correspondente a vagões de uso doméstico no país de registo, propriedade de privados; no entanto, têm também na sua caixa a inscrição “RIV”⁹ que se aplica aos vagões que foram validados como totalmente interoperáveis em tráfego internacional, o que não é correto atendendo ao referido código numérico integrante da sua numeração.



[doc. Transfesa]

Figura 6: Esquema de vagão Uacs da empresa Transfesa

As características de tara e carga à direita da imagem são nominais podendo haver pequenas diferenças de acordo com o vagão a que respeitam. A tabela que se segue apresenta os valores inscritos em cada um destes vagões no comboio acidentado e a posição que nele ocupavam.

Nº Ordem na composição	UIC / NEV (matrícula)	Tipo de material	Comprimento (metros)	VAGÃO - FICHA TÉCNICA		
				Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)
1	83 71 930 5112-0	Uacs	14,06	20,50	59,50	80,00
2	83 71 930 5065-0	Uacs	14,06	20,30	59,70	80,00
3	83 71 930 5140-1	Uacs	14,06	20,30	59,70	80,00
4	83 71 930 5116-1	Uacs	14,06	20,50	59,50	80,00
5	83 71 930 5153-4	Uacs	14,06	20,10	59,90	80,00
6	83 71 930 5152-6	Uacs	14,06	20,10	59,90	80,00
7	83 71 930 5014-8	Uacs	14,06	21,00	59,00	80,00

Quadro 3: Elementos sobre os vagões Uacs da empresa Transfesa

Estavam dotados de engatagem UIC com tensores de 1,0 MN de resistência.

Os vagões transportavam cimento a granel que havia sido carregado na fábrica de Souselas. A carga nos vagões é indicada na tabela seguinte. Como os valores declarados pela empresa de transporte ferroviário e inseridos no Boletim de Composição e Frenagem (BCF) do comboio, diferiam ligeiramente dos valores indicados pela empresa Cimpor que os carregou, ambas são indicadas e no âmbito da investigação os vagões foram pesados com recurso a básculas montadas para o efeito, apresentando-se

⁹ Regulamento Internacional de Vagões.

os respetivos valores de cada um dos veículos na tabela seguinte. Há no entanto que considerar que nalguns dos casos os veículos sofreram danos no reservatório de carga com a violência do acidente perdendo alguma da sua carga de cimento.

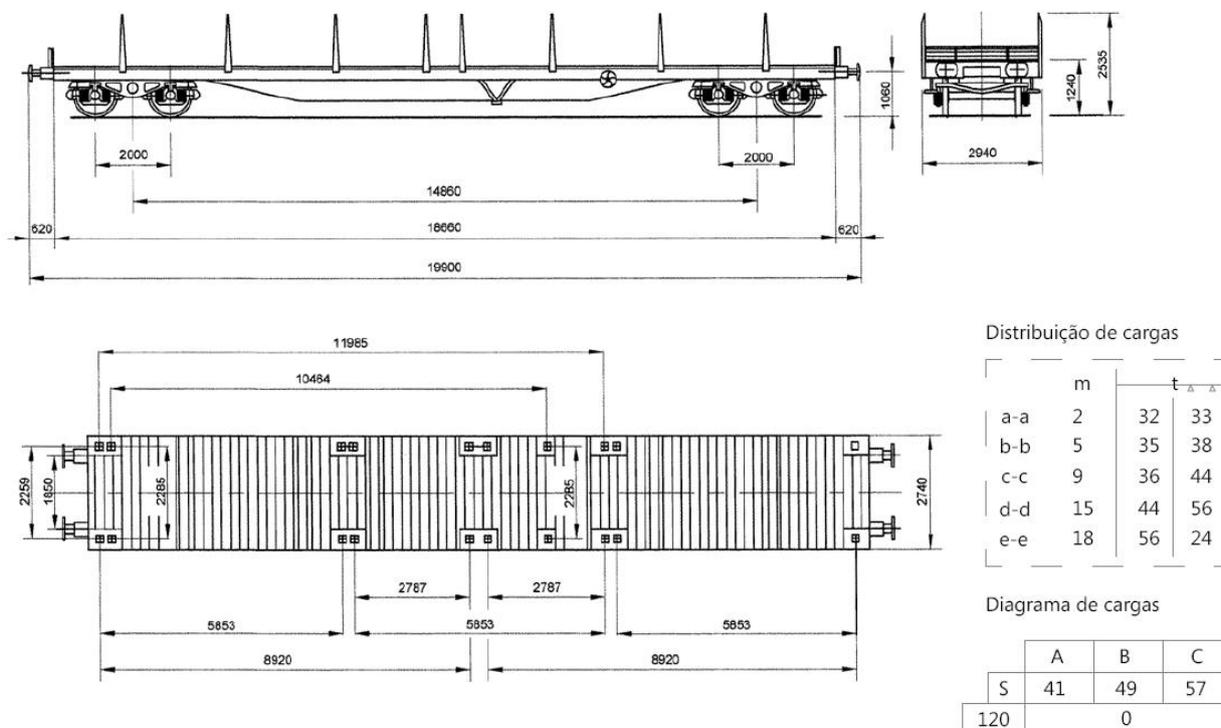
Nº Ordem na composição	UIC / NEV (matrícula)	MEDWAY			Total BCF (Ton)	CIMPOR			Peso efetivo (PB)
		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)	
1	83 71 930 5112-0	20,50	58,70	79,20	79,20	22,54	56,64	79,18	79,660
2	83 71 930 5065-0	20,30	59,00	79,30	79,30	24,46	54,84	79,30	80,000
3	83 71 930 5140-1	20,70	58,60	79,30	79,30	22,00	57,28	79,28	74,600
4	83 71 930 5116-1	20,50	58,80	79,30	79,30	21,86	57,46	79,32	62,800
5	83 71 930 5153-4	20,10	59,00	79,10	79,10	23,00	56,10	79,10	54,700
6	83 71 930 5152-6	20,30	59,00	79,30	79,30	21,40	57,86	79,26	61,400
7	83 71 930 5014-8	21,00	58,40	79,40	79,40	21,10	58,32	79,42	59,600

Quadro 4: Valores obtidos da documentação das empresas e das pesagens.

As diferenças nos valores constantes nos documentos do comboio não são relevantes para a ocorrência e têm a sua origem em diferentes critérios de registo entre a ETF e o carregador. Os valores superiores das taras indicadas nos documentos do carregador resultam do facto de as tremonhas dos vagões não terem sido completamente esvaziadas no local de descarga; a diferença entre a tara registada pelo carregador na pesagem antes do carregamento e a tara registada na base de dados da ETF é considerada por esta última como carga para efeitos de elaboração do BCF.

Vagão Rgs – CP Carga (MEDWAY) 32 94 356 0 035-1

Trata-se de vagão plataforma com viga central, pertencente a uma série originalmente de 100 unidades construída em 1987 pelo fabricante português Metalsines, correspondendo a um modelo padrão da UIC. Está equipado com dois *bogies* do tipo Y-21c e com freio a ar comprimido.



[doc. MEDWAY]

Figura 7: Esquema de vagão Rgs da empresa MEDWAY

Estava dotado de engatagem UIC com tensores de 1,5 MN de resistência.

Os vagões Rgs podem transportar na sua carga máxima 57 toneladas numa plataforma com uma área útil de 51,2 m². No caso em investigação o vagão estava carregado com pacotões de sacos de cimento.

A carga no vagão e a posição deste no comboio são indicadas na tabela seguinte. Os valores declarados pela MEDWAY e inseridos no BCF do comboio diferiam ligeiramente dos valores indicados pela empresa Cimpor que os carregou, apresentando-se na tabela os valores respetivos.

Nº Ordem na composição	UIC / NEV (matrícula)	MEDWAY			Total BCF (Ton)	CIMPOR		
		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)
8	32 94 356 0035-1	23,00	46,20	69,20	69,20	23,00	46,15	69,15

Quadro 5: Valores obtidos da documentação das empresas.

As diferenças nos valores não são relevantes para a ocorrência.

Vagão Rlps – CP Carga (MEDWAY) 81 94 383 2 016-3

Trata-se de vagão plataforma com vigas laterais, pertencente a uma série construída em 1969 e 1971 pelos fabricantes Franco-Belge e Cometna respetivamente, numa quantidade total de 65 unidades. Está equipado com dois *bogies* do tipo Y-21c e freio a ar comprimido.

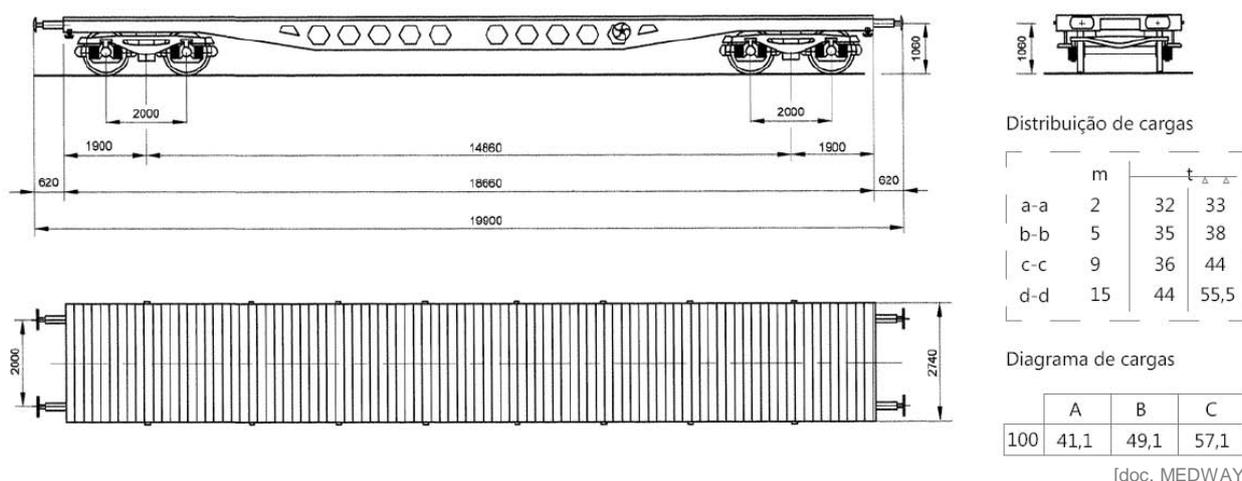


Figura 8: Esquema de vagão Rlps da empresa MEDWAY

Estava dotado de engatagem UIC com tensores de 1,5 MN de resistência.

Os vagões Rlps podem transportar na sua carga máxima 57,1 toneladas numa plataforma com uma área útil de 51,2 m². No caso em investigação o vagão estava carregado com pacotões de sacos de cimento.

A carga no vagão e a posição deste no comboio são indicadas na tabela seguinte. Os valores declarados pela MEDWAY e inseridos no Boletim de Composição e Frenagem (BCF) do comboio, diferiam ligeiramente dos valores indicados pela empresa Cimpor de Souselas que os carregou, apresentando-se ambos na tabela seguinte.

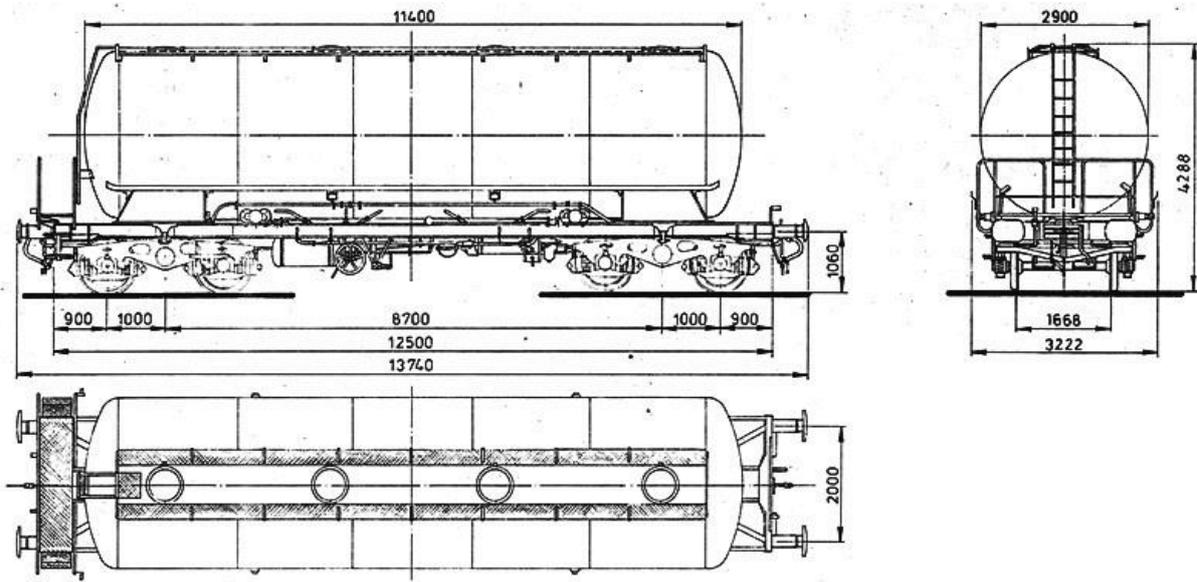
Nº Ordem na composição	UIC / NEV (matrícula)	MEDWAY			Total BCF (Ton)	CIMPOR		
		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)
9	81 94 383 2016-3	22,90	46,20	69,10	69,00	22,90	46,15	69,05

Quadro 6: Valores obtidos da documentação das empresas.

As diferenças nos valores não são relevantes para a ocorrência.

Vagões Uacs – Cimpor (série 83 94 930 5 XXX-X)

São vagões de tipo especial para transporte de cimento, construídos em 1980 e 1981 pelo fabricante português Metalsines numa quantidade de 70 exemplares. Estão equipados com dois *bogies* do tipo Y-21c e com freio a ar comprimido.



[doc. Cimpor]

Figura 9: Uacs da empresa Cimpor

Estavam dotados de engatagem UIC com tensores de 1,5 MN de resistência.

A carga nos vagões é indicada na tabela seguinte, a qual também indica a ordem de cada um na composição. Como os valores declarados pela MEDWAY e inseridos no BCF do comboio diferiam dos valores indicados pela empresa Cimpor de Souselas que os despachou em vazio, apresenta-se na tabela seguinte os valores obtidos na documentação destes veículos, assim como os valores resultantes das pesagens realizadas no âmbito da investigação.

Nº Ordem na composição	UIC / NEV (matrícula)	MEDWAY			Total BCF (Ton)	CIMPOR			Peso efetivo (PB)
		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)		Tara (Ton)	Carga (Ton)	Total (Ton)	
10	83 94 930 5052-1	23,70	9,40	33,10	33,10	33,14	0,00	33,14	32,420
11	83 94 930 5061-2	23,70	9,50	33,20	33,20	33,16	0,00	33,16	31,500
12	83 94 930 5028-1	23,70	13,60	37,30	37,30	37,32	0,00	37,32	36,200
13	83 94 930 5060-4	23,70	10,60	34,30	34,30	34,26	0,00	34,26	34,900
14	83 94 930 5027-3	23,70	11,20	34,90	34,90	34,88	0,00	34,88	35,040
15	83 94 930 5005-9	23,70	3,50	27,20	27,20	27,15	0,00	27,15	27,380
16	83 94 930 5014-1	23,70	1,20	24,90	24,90	24,88	0,00	24,88	23,620
17	83 94 930 5034-9	23,70	10,40	34,10	34,10	34,10	0,00	34,10	33,700
18	83 94 930 5001-8	23,70	9,90	33,60	33,60	33,14	0,00	33,14	32,660
19	83 94 930 5008-3	23,70	5,80	29,50	29,50	29,54	0,00	29,54	30,300
20	83 94 930 5010-9	23,70	11,80	35,50	35,50	35,50	0,00	35,50	36,900
21	83 94 930 5007-5	23,70	4,60	28,30	28,30	28,32	0,00	28,32	28,100

Quadro 7: Valores obtidos da documentação das empresas e das pesagens.

As diferenças nos valores não são relevantes para a ocorrência.

Deste conjunto de vagões, apenas aquele que seguia na 10.ª posição descarrilou o seu primeiro *bogie* no sentido da marcha.

2.3.3. Infraestrutura

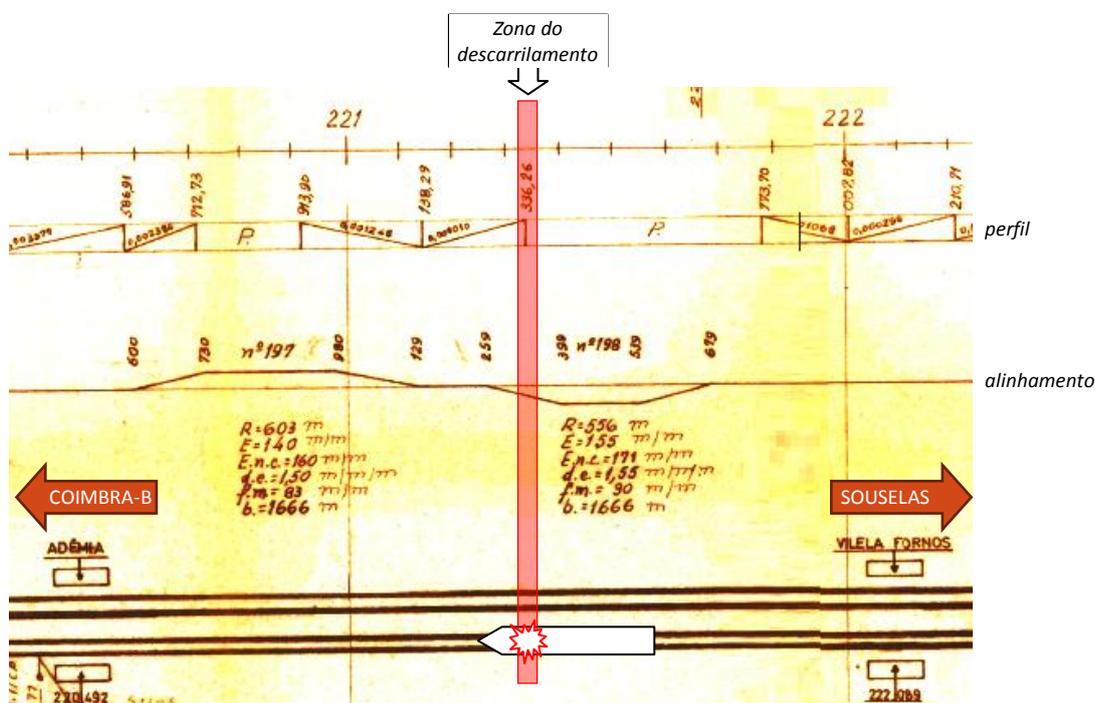
A infraestrutura ferroviária na zona onde se verificou o acidente é composta por duas vias de circulação, uma para cada sentido. Ambas as vias dispõem de instalações fixas de tração elétrica para alimentação de comboios com energia elétrica a 25 kV - 50 Hz através de sistema aéreo consistindo em catenária poligonal apoiada em postes metálicos.

A via descendente, na qual ocorreu o descarrilamento, tem armação com carril perfil UIC 54 E1 em *barras longas soldadas*, fixadas elasticamente com grampos Nabla e RNP a travessas bi-bloco de betão espaçadas de 60 cm e assentes em balastro de pedra, constituintes aplicados geralmente nos anos de 1972/1973, data da última renovação integral de via (RIV) no local. À data do acidente, o balastro era uma mistura de calcário e granito.



Figura 10: Travessa de betão bi-bloco

Considerando o sentido da marcha do comboio (Souselas → Coimbra-B), em que se verifica também o sentido decrescente dos quilómetros da Linha do Norte, o descarrilamento ocorreu na *transição* da curva n.º 198 (raio nominal de 556 metros, *escala* de 155 mm) para um alinhamento reto, a qual tem início ao PK 221,399 e uma extensão de 140 m. Em perfil, regista-se a transição entre um troço em patamar e uma ligeira *pendente* de 1 mm/m localizada ao PK 221,336¹⁰.



[adapt. sobre doc. IP]

Figura 11: Extrato do esquema longitudinal da infraestrutura de via no local

¹⁰ Dados extraídos do cadastro fornecido pelo gestor da infraestrutura - registo sem data, feito pelo Distrito n.º 0732 / 3.º Lanço da 7.ª secção da Região Centro.

Na via e local do descarrilamento, a velocidade máxima prevista na Tabela de Velocidades Máximas (TVM)¹¹ era de 110 km/h para as circulações ferroviárias do tipo convencional e de 140 km/h para os comboios com *pendulação ativa* (CPA).

A manutenção da via no local estava contratada pelo GI a uma empresa prestadora de serviços especializada.

2.3.4. Sinalização

No troço onde se deu o acidente, o sistema de sinalização apresenta as seguintes características principais:

- A exploração normal de comboios na via descendente no troço entre a estação de Souselas e o Ramal da Moacir/Adémia, nomeadamente no respeitante ao cumprimento dos requisitos inerentes ao comando e controlo da circulação, é efetuada em cantonamento automático puro, para o sentido normal e contravia, com encravamento por bloco orientável externo. Estes comandos encontram-se em modo centralizado, sendo efetuados a partir do CCO de Lisboa.
- Os sinais de comando do tráfego são do tipo luminoso, associados a sistema de controlo automático de velocidade através de balizas colocadas na via.
- O operador da mesa operação/regulação no CCO comanda e controla a exploração normal de comboios, visualizando em monitores videográficos, a cores, uma representação esquemática de pormenor de todas as vias assim como a visualização dos controlos relativos a toda a zona de operação.

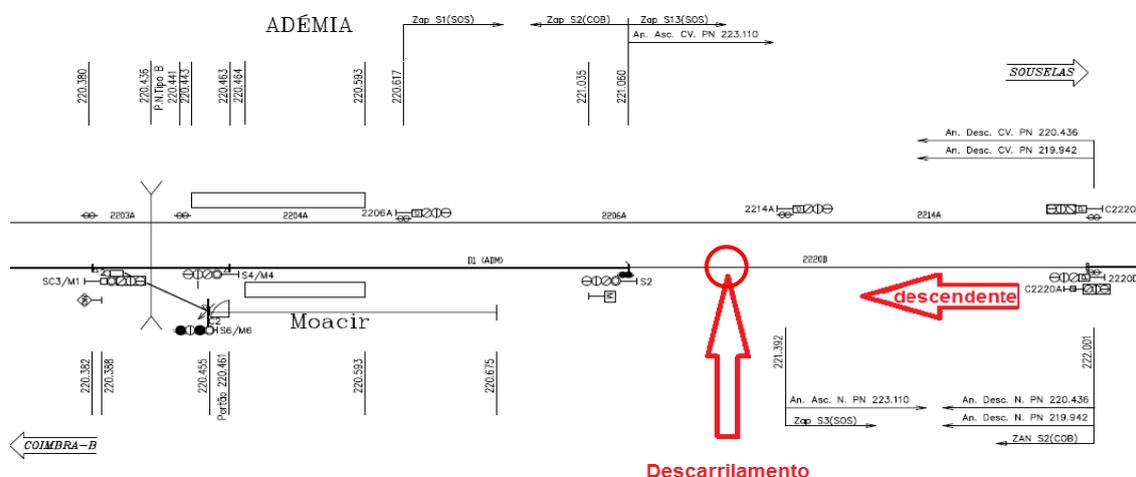


Figura 12: Extrato do diagrama de sinalização ferroviária¹²

O sistema de sinalização, o CONVEL e o respetivo funcionamento não foram relevantes para a ocorrência do acidente.

¹¹ A TVM é elaborada pela Direção de Operações do gestor de infraestruturas.

¹² IMT - Instrução de Sinalização n.º 3, anexo n.º 9 (Sinalização da Estação de Concentração de Alfarelos).

2.3.5. Comunicações

No respeitante aos sistemas de comunicação, nomeadamente os que interessam à segurança da exploração ferroviária no local onde se deu o acidente, o local está equipado com o sistema rádio solo-comboio. Este sistema de comunicações é bidirecional e permite, de entre outras funcionalidades, a comunicação direta entre a mesa de operação/regulação no CCO e os maquinistas e, em caso de perigo eminente, a emissão de um alarme a partir da cabine de condução que chama a atenção do CCO, originando em simultâneo a detenção de todos os comboios que se encontrem na zona de abrangência desse alarme.

A locomotiva estava equipada com RSC operacional.

O sistema de comunicações não foi relevante para a ocorrência do acidente.

2.3.6. Obras efetuadas no local ou nas imediações

O local onde o acidente ocorreu insere-se no troço Alfarelos - Pampilhosa que estava a ser sujeito a uma intervenção de renovação integral de via (RIV). No entanto, no momento do acidente a frente de trabalho da RIV ainda não havia chegado ao local ou às suas imediações.

Contudo, na véspera do acidente foi realizada nas imediações, entre os PK 221,340 e 221,354, uma intervenção pontual na via para correção de nivelamento num total de 14 metros lineares de via, realizada com meios mecânicos ligeiros por uma equipa do prestador de serviços de manutenção contratado pelo GI e supervisionada por um fiscal deste. Tratou-se de uma ação paliativa realizada em regime de falha, face à execução a curto prazo da RIV naquele troço.

2.3.7. Ativação do plano de emergência ferroviário e respetiva cadeia de acontecimentos

Na sequência do acidente foi ativado pelo GI o *Plano de Emergência Geral* (PEG) com a categoria vermelho¹³.

O PEG para ocorrências com repercussão direta na circulação ferroviária, tem como objeto identificar as atribuições, definir as normas e procedimentos de atuação em situações de emergência, garantindo a eficiente articulação entre o GI, as ETF, os concessionários do domínio público ferroviário, forças de segurança e os serviços de emergência onde se inclui o comandante das operações de socorro (COS) no local. A ativação do plano de emergência implica por parte do gestor da infraestrutura a nomeação de uma estrutura que coordena e gere toda a situação relacionada com a ocorrência, nomeadamente o coordenador de emergência (CE) e o gestor local de emergência. Enquanto o CE na retaguarda, geralmente a partir de um CCO, coordena toda a situação relacionada com a emergência, o GLE encaminha-se para o local da ocorrência e coordena no teatro de operações (TO) o respeitante à componente ferroviária, prestando ao CE todas as informações relativas à gestão da situação. Complementarmente, a empresa de transporte ferroviário nomeia para o local do TO, geralmente um dos elementos da tripulação do comboio acidentado, para as funções de gestor de emergência local (GEL) que no TO se articula com o GLE e coordena a situação relacionada com os passageiros ou mercadorias em sintonia com as orientações do seu comando de operações de Lisboa.

Para classificação da emergência o PEG considera quatro categorias de emergência definidas em função dos danos pessoais e materiais que lhes estejam associados e da complexidade da estrutura que é necessário mobilizar para lhes responder adequadamente.

¹³ IP - Instrução de Exploração Técnica 96 (Plano de Emergência Geral).

Este acidente, teve como consequências danos materiais avultados com destruição de infraestruturas e material circulante e paragem de exploração por mais de quatro horas motivos pelos quais foi categorizado como de categoria vermelha. A categoria vermelha é a mais gravosa, correspondendo a uma situação de emergência (ocorrência confirmada) muito grave e com grande complexidade dos meios envolvidos na resposta, podendo levar à ativação de planos de emergência externos (municipais, distritais ou nacionais).

Para além da deslocação dos elementos do GI e da(s) ETF envolvida(s) para articulação com os serviços de emergência no terreno, o GI cria um gabinete de crise ou mantém articulação, consoante o âmbito do plano externo ativado, com o Serviço Municipal de Proteção Civil, CDOS ou CNOS. Este gabinete utiliza-se também em situações de emergência (iminência ou ocorrência) que afetem toda a RFN ou um seu componente de importância estratégica para a operação.

A cronologia da emergência ferroviária teve a seguinte sequência de eventos:

Data / Hora (hh:mm)	Evento	Tempo decorrido (hh:mm)
18:07 de 01-04-2017	Descarrilamento do comboio. Maquinista do cº 95204/5 lança alarme via RSC.	00:00
	À mesma hora entre Coimbra – B e Pampilhosa pelo GI: 1. É suspensa a circulação de comboios. 2. É efetuado um Corte geral de tensão elétrica. 3. Ativado o PEG com a categoria “Vermelha”. 4. Nomeado GLE.	
18:09	Maquinista informa CCO que se encontra detido próximo do apeadeiro de Adémia e que se encontrava na locomotiva que só tinha um vagão engatado e que o resto da composição tinha ficado para trás. O Operador de apoio tinha ido avaliar a situação.	00:02
	CDOS Coimbra contacta o CCO por haver recebido informação do acidente através de um popular via 112. CCO informa não haver vítimas e não ser necessário solicitar apoio externo nem meios de socorro.	
18:15	CDOS Coimbra informa GNR do acidente.	00:08
18:16	CDOS Coimbra (proteção civil) contacta o CCO para atualização sobre situação na Linha do Norte. CCO informa da impossibilidade de passarem comboios na Linha do Norte devido a descarrilamento de comboio de mercadorias que interrompe circulação em ambas as vias entre Coimbra-B e Pampilhosa nos dois sentidos.	00:09
18:17	Maquinista confirma descarrilamento do material circulante e que estão as duas vias da Linha do Norte ocupadas.	00:10
18:19	CDOS questiona o CCO se as duas vias estão interrompidas e o CCO confirma a total interrupção da circulação ferroviária e que vai haver necessidade de realizar transbordo aos comboios entre Coimbra B e Pampilhosa.	00:12
18:25	GNR de Souselas no local, para garantia do perímetro de segurança ao material descarrilado e manutenção da ordem. Desmobilizou após chegada de trabalhadores do GI que garantiram a manutenção do espaço.	00:18
	Empresa MEDWAY solicita ativação do comboio de socorro de Contumil.	
19:10	Formalizado pela tripulação o pedido de socorro para o comboio por modelo de Aviso de Acidente n.º 7784.	01:03
20:30	Chegada ao local da equipa de investigadores do GPIAAF, iniciando de imediato a recolha de evidências.	02:23
21:05	Chegada do comboio de socorro de Contumil em marcha n.º 92216, rebocado pela locomotiva diesel EE 1404, início dos trabalhos de remoção dos destroços e carrilamento do material circulante pelo lado norte. Comboio de socorro ficou estacionado na via ascendente junto ao material descarrilado na via descendente.	02:58

continua

0:30 de 02-04-2017	Chegada do comboio de socorro de Entroncamento em marcha n.º 95225, rebocado pela locomotiva diesel EE 1437, início dos trabalhos de remoção dos destroços e carrilamento do material circulante pelo lado sul. Este comboio de socorro rebocava a grua ferroviária "RAUMA – REPOLA" RC600P.	06:23
	A partir desta hora foram conjugados os esforços de ambos os comboios de socorro e da maquinaria e equipamento do GI para remoção dos destroços do material circulante acidentado, e intervenção na via e na catenária, para o restabelecimento da circulação ferroviária na via ascendente em ambos os sentidos de circulação.	
18:00 de 03-04-2017	Comboio de socorro de Entroncamento saiu do local, recolhendo na estação de Coimbra-B às 18:17.	47:53
18:15 de 03-04-2017	Comboio de socorro de Contumil saiu do local, recolhendo na estação de Pampilhosa às 18:37.	48:08
00:45 de 04-04-2017	Foi restabelecida a circulação pela via ascendente entre Coimbra-B e Souselas com a limitação de velocidade a 30 km/h entre os PK 221,100 a 221,400, ficando interdita a via descendente entre Souselas e Coimbra-B, para conclusão dos trabalhos de reposição das condições de exploração ferroviária na Linha do Norte.	54:38
21:30 de 05-04-2017	Restabelecida a tensão elétrica na via descendente.	99:23
22:10	Restabelecida a circulação de comboios na via descendente. Primeira circulação foi o comboio n.º 52160.	100:03

(a) hora estimada

Quadro 8: Sequência de eventos das operações da emergência ferroviária

2.3.8. Ativação do plano de emergência dos serviços públicos e respetiva cadeia de acontecimentos

Para o local do descarrilamento não foi solicitado pelas empresas ferroviárias apoio externo para a ocorrência.

2.4. Mortes e outros danos

2.4.1. Mortes e danos corporais

Do acidente não resultaram vítimas.

2.4.2. Danos materiais

Ficaram destruídos os vagões Uacs da Transfesa descarrilados, num total de seis veículos, registando-se também danos variáveis nos outros vagões que descarrilaram, assim como no pantógrafo da locomotiva e no engate do 1.º vagão da composição (que não descarrilou).

Na infraestrutura, houve a destruição de cerca de 250 metros de via, assim como das infraestruturas fixas de tração elétrica na zona afetada da via descendente.

Foram também danificadas balizas de CONVEL a jusante do local do descarrilamento, no percurso que a locomotiva e o 1.º vagão fizeram até se imobilizar, devido ao arraste do engate partido.

No quadro seguinte indica-se os custos associados ao descarrilamento que, no decurso da investigação, foram fornecidos pelas entidades.

ENTIDADE:	Valor
Gestor da Infraestrutura	170.677,54€
Operador Ferroviário Medway – Transportes e Logística	226.352,34€
Operador Ferroviário CP – Comboios de Portugal	76.717,14€
TOTAL	473.747,05€

Quadro 9: Custos parciais do acidente

Os valores indicados são referentes às despesas suportadas pelas empresas ferroviárias, sendo que algumas das rubricas, foram apresentadas por estimativa de custo, tendo por base a experiência adquirida pelas empresas.

Até à finalização deste relatório, não foi possível obter das empresas os seguintes custos:

- Custos totais com o comboio de socorro, e
- Perda total dos vagões Transfesa.

Desta forma, não se pode indicar o custo total dos danos materiais decorrentes do acidente.

2.4.3. Custo económico dos atrasos

A empresa gestora da infraestrutura indicou em consequência do acidente a seguinte penalização dos comboios:

RDC	Data (dd/mm/aaaa)	Hora início (hh:mm)	Data (dd/mm/aaaa)	Hora fim (hh:mm)	Total horas (hh:mm)	Supressões de comboios		Penalizações Total	
						Totais	Parciais	Comboios	Minutos
248792	01-04-2017	18:07	05-04-2017	23:59	77:53	106	171	1028	17772
249121	06-04-2017	00:00	07-06-2017	23:59	1512:00	-	-	2948	7343
254425	08-06-2017	00:00	12-06-2017	10:18	106:18	-	-	125	191
Totais ---->					1696:11	106	171	4101	25306

Quadro 10: Período de afetação da linha do norte e penalizações aos comboios (todos os operadores)

Tendo em conta a metodologia para o cálculo do custo de referência associado ao tempo de atraso devido a acidentes¹⁴, determinou-se que os atrasos e supressões de comboios decorrentes deste acidente tiveram um impacto económico no valor de 1 147 235 €.

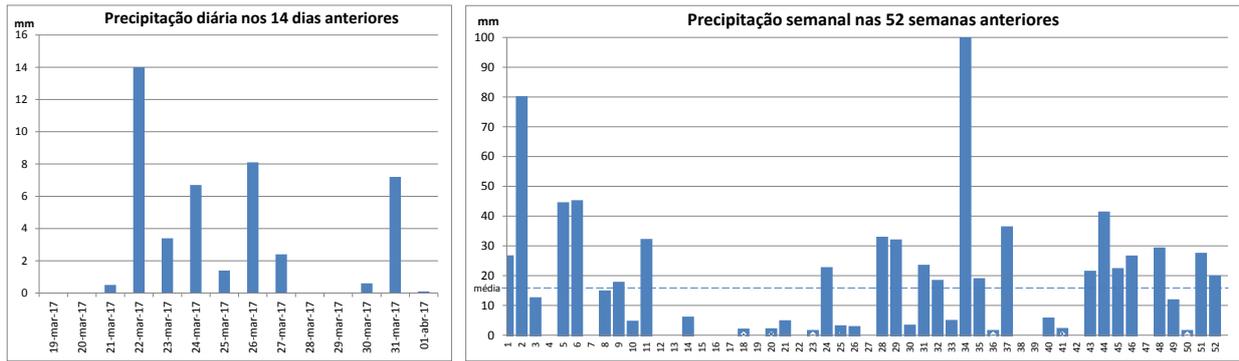
2.5. Circunstâncias externas

No dia 01 de abril, pelas 18:00, os registos indicavam uma temperatura de 17,8°C e uma humidade média no valor de 56%. A velocidade média do vento foi de 14,0 km/h (~3,8 m/s), soprando de Oeste. O sol havia nascido às 07:22 e o ocaso foi às 19:59. Verificava-se ausência de precipitação, apresentando-se o céu limpo.

As condições meteorológicas no momento do acidente não tiveram qualquer influência no mesmo.

Por poder ser relevante para as condições da infraestrutura da via, verificou-se a precipitação ocorrida nos 14 dias que antecederam o acidente. Os valores registados pelo Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra apresentam-se seguidamente, juntamente com os dados da precipitação semanal durante as 52 semanas anteriores ao acidente para se ter uma noção quanto à importância relativa da pluviosidade registada.

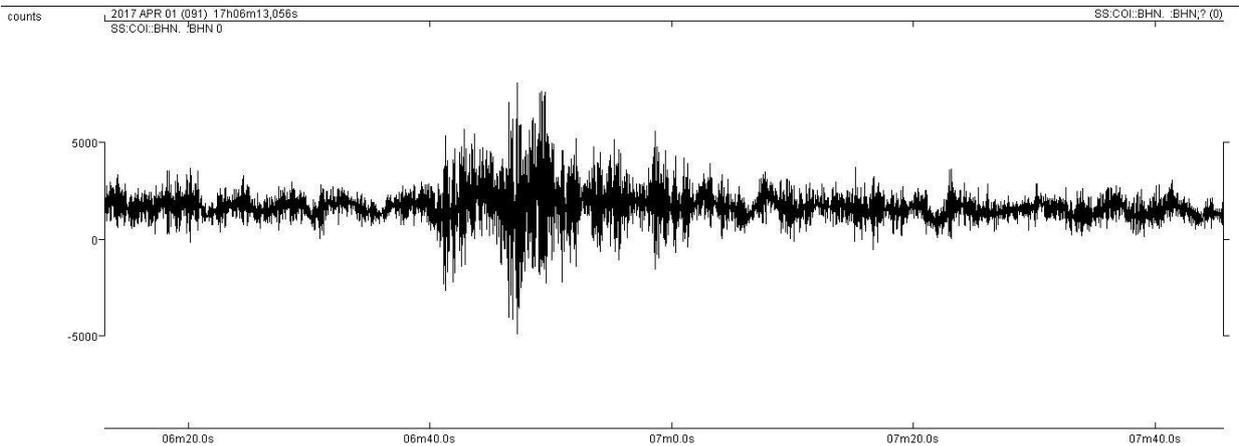
¹⁴ IMT – Apuramento de Indicadores Comuns de Segurança. Lisboa: 2015.



Quadro 11: Dados de precipitação diária nas duas semanas anteriores e semanal no período de um ano

Foi também verificada informação sismológica, que indicou que no dia do descarrilamento não foram registados eventos sísmicos que possam ser, de alguma forma, relacionados com as causas do acidente.

Pelo contrário, o sismógrafo do Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra registou um evento atribuível ao descarrilamento, cujo sismograma se reproduz:



Quadro 12: Sismograma registado em consequência do acidente [Obs. Geo. Astronómico Univ. Coimbra, fornecido pela IP]

O evento teve uma duração de cerca de 10 segundos e o pico de velocidade das ondas registado no sismógrafo foi de cerca de 6500 nm/s (0,0065 mm/s).

3. REGISTO DOS INQUÉRITOS

3.1. Resumo dos depoimentos

No decurso da investigação foram recolhidos os depoimentos dos trabalhadores diretamente envolvidos na ocorrência assim como em tarefas relevantes para o acidente. Foram também realizadas reuniões com responsáveis de diversos serviços e entidades considerados relevantes, tanto do lado da infraestrutura, como do lado do material circulante, bem como com representantes do IMT enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária.

As evidências recolhidas de todas as entrevistas realizadas foram consideradas na análise ao acidente e, quando relevante e necessário, encontram-se mencionadas ao longo deste relatório nas secções a que digam respeito, sempre que possível de uma forma que evite a inferência de eventual culpa ou responsabilidade, em conformidade com as boas práticas nesta matéria recomendadas internacionalmente.

Na presente secção apresenta-se apenas o resumo dos depoimentos da tripulação do comboio naquilo que contribui para a compreensão do decorrer do acidente.

Maquinista do comboio

A preparação da locomotiva e do comboio em Souselas decorreu conforme previsto regulamentarmente.

A partida da estação ocorreu após a passagem do comboio Intercidades em direção a Coimbra-B, iniciando-se a marcha sem dificuldades no arranque ou em ganhar velocidade, excetuando um erro de baliza do sistema CONVEL à saída da estação de Souselas.

Durante a marcha, circulando normalmente, subitamente o disjuntor da locomotiva abriu. Nesse momento percebeu a catenária a abanar anormalmente, houve um abaixamento de pressão da conduta geral do comboio, e no *display* da locomotiva apareceu a mensagem de quebra de engates. Ato contínuo reparou no espelho retrovisor da locomotiva que ia um vagão a tombar. Iniciou então os procedimentos de emergência necessários.

Sobre o comportamento da locomotiva e da infraestrutura, declarou que não notou nada fora do habitual nem sentiu o material a prender, tudo se assemelhando a uma frenagem de emergência.

Informou ainda que faz aquele trajeto com frequência e que nunca tinha tido uma situação de descarrilamento.

Chefe do Comboio

Informou que durante a viagem a documentação do comboio lhe caiu da mesa para o colo e para o chão. No momento em que estava a recolhê-la para a fixar na mola disponível para esse fim na mesa, o maquinista disse-lhe, olhando para o espelho, algo sobre um vagão quando notou a catenária a cair e a embater no para-brisas da locomotiva. Ainda com a locomotiva em movimento, protegeu-se abrigando-se na cabina na posição de baixado junto à cadeira, ficando entre esta e a antepara do lado da janela até à paragem.

Afirmou que até se aperceber do acidente não notou movimentos anormais na locomotiva.

3.2. Sistema da Gestão de Segurança

3.2.1. Certificação das empresas envolvidas

O gestor da infraestrutura, para exercer a atividade de gestão de infraestrutura ferroviária à data do acidente, tinha o seu *Sistema de Gestão de Segurança* aprovado pela Declaração de Aprovação de Sistema de Gestão de Segurança n.º 01/2012, válida até 31-08-2017 e emitida em Portugal, pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P..

A empresa de transporte ferroviário, para exercer a sua atividade de transporte de mercadorias à data do acidente, tinha o seu Sistema de Gestão de Segurança aprovado pela Declaração de Aprovação de Sistema de Gestão de Segurança n.º 03/2016, válida até 31-03-2021 e emitida em Portugal, pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., para a MEDRAIL – Operador Ferroviário e Logístico de Mercadorias, S.A.¹⁵.

3.2.2. Componentes relevantes do SGS do Gestor da Infraestrutura

3.2.2.1. Monitorização dos ativos – Recolha e análise de dados

À data do acidente, os procedimentos internos em vigor no gestor da infraestrutura que regulam as atividades de inspeção (com equipamentos pesados ou ligeiros), análise e registo de resultados, assim como a definição de parâmetros geométricos de via resultantes em falha¹⁶ e monitorização associada, estão baseadas nos procedimentos PR.GER.002 “Inspeções principais de via e catenária” e PR.GER.003 “Supervisão das ações de manutenção corretiva de via e catenária”. As restantes não conformidades detetadas e provenientes de outras fontes de informação, como por exemplo as detetadas pelas tripulações dos comboios, são registadas no Sistema de Gestão de Falhas (SGF), de acordo com o procedimento PR.GER.006 “Registo da manutenção corretiva em SGF e SIGMA”¹⁷ e monitorizadas, de forma genérica, de acordo com o procedimento PR.GER.005 “Monitorização da atividade da manutenção”.

Inspeções principais de via e catenária

O procedimento PR.GER.002 tem como objetivo regular a programação e execução das inspeções principais da via e catenária, realizadas com equipamentos de inspeção em contínuo a toda a RFN. No essencial define, de acordo com o âmbito de abrangência do documento, uma matriz de responsabilidade que faz corresponder a que órgão da estrutura da organização compete determinada tarefa ou conjunto de tarefas. Definindo um plano anual de inspeções registado informaticamente em SIGMA, o GI estabelece a periodicidade mínima de inspeção para cada conjunto de parâmetros em função da hierarquia das linhas e dos parâmetros a inspecionar.

A execução das campanhas de inspeção é realizada de acordo com o programa de trabalhos aprovado e publicado. No final de cada semana de trabalho, as equipas de inspeção entregam à equipa de análise todos os dados recolhidos durante a semana para que sejam devidamente arquivados no servidor.

A equipa de análise de dados, independente da equipa operacional de inspeção, realiza em gabinete a análise, validação e divulgação dos dados de inspeção. As falhas identificadas pela análise dos dados

¹⁵ A designação de MEDRAIL – Operador Ferroviário e Logístico de Mercadorias, S.A. foi uma das designações adotadas pelo grupo MSC – Mediterranean Shipping Company, que adquiriu a antiga CP - Carga (do grupo CP – Comboios de Portugal). Em novembro de 2016 foi adotada a atual denominação MEDWAY - Transporte & Logística.

¹⁶ É toda a ocorrência que provoca uma avaria na infraestrutura e que necessita de reparação.

¹⁷ SIGMA: Sistema Informático de Gestão da Manutenção da RFN em serviço no GI.

são inseridas no SGF, conforme procedimento PR.GER.003, de modo a facilitar a programação dos trabalhos de reparação e a supervisão e monitorização de todas as falhas na RFN.

As inspeções principais à via (apenas para *bitola* 1668 mm), na generalidade são realizadas com o veículo de inspeção de infraestruturas VIV-02.

Supervisão das ações de manutenção corretiva de via e catenária

O procedimento PR.GER.003 tem como objetivo regular o registo e monitorização de falhas de geometria de via e catenária, identificadas no âmbito das inspeções principais e que resultam da aplicação do procedimento anterior. No essencial define, de acordo com o âmbito de abrangência do documento, uma matriz de responsabilidade que faz corresponder a que órgão da estrutura da organização compete determinada tarefa ou conjunto de tarefas.

Depois de reportada a falha e registada de acordo com o presente procedimento é da responsabilidade dos órgãos locais de manutenção avaliar a situação no terreno e, caso se confirme a existência da falha reportada, tomar a decisão sobre a ação imediata a implementar. Todo o processo inerente à resolução das falhas registadas no Sistema de Gestão de Falhas (SGF) é da incumbência dos órgãos da estrutura local no tocante a programação, execução e controlo de execução e encerramento das ações de manutenção corretiva associadas.

A supervisão/monitorização da resolução das falhas identificadas realiza-se por intermédio de relatórios periódicos que avaliam no tempo a percentagem de correção das falhas geradas pelo SGF.

Monitorização da atividade da manutenção

O procedimento PR.GER.005 tem como objetivo descrever a monitorização mensal e semestral dos dados inseridos por todos os órgãos que efetuam programação em SIGMA, na sua maioria pelas equipas de manutenção internas e externas. No essencial define, de acordo com o âmbito de abrangência do documento, uma matriz de responsabilidade que faz corresponder a que órgão da estrutura da organização compete determinada tarefa ou conjunto de tarefas.

Registo da manutenção corretiva em SGF e SIGMA

O procedimento PR.GER.006 tem como objetivo regular o registo da manutenção corretiva¹⁸ para várias especialidades (via incluída), suportado nos sistemas de informação, SGF e SIGMA. No essencial define, de acordo com o âmbito de abrangência do documento, uma matriz de responsabilidade que faz corresponder a que órgão da estrutura da organização compete determinada tarefa ou conjunto de tarefas.

O registo das falhas de geometria de via e de catenária detetadas no âmbito das inspeções principais é efetuado conforme descrito no procedimento PR.GER.003.

De acordo com este procedimento quando o CCO recebe uma comunicação de existência de uma falha na RFN cria o registo no SGF e atribui-a para correção a uma equipa de manutenção interna ou externa.

Essa equipa de manutenção decide se a falha criada vai necessitar de intervenção ou não e comunica essa decisão ao CCO indicando-lhe, no caso de intervenção, a data e hora de início de reparação e o tipo de atividade que vai realizar.

Após a gravação da falha, o sistema cria automaticamente uma ação de manutenção corretiva. Quando finaliza a resolução da falha no terreno, o responsável dá a indicação da confirmação da execução da

¹⁸ Trabalho de reparação realizado no terreno pelas equipas de manutenção internas e/ou pelas equipas de manutenção externas de forma a repor as condições necessárias de funcionamento da infraestruturas ferroviária.

reparação, ficando o processo de execução dos trabalhos de manutenção corretiva referente a esta falha com o estado de resolvida. Posteriormente deverão ser adicionados os recursos utilizados (mão de obra, equipamentos, materiais, serviços de contrato e documentos) à ação de manutenção corretiva e proceder ao seu encerramento.

3.2.2.2. Processo de controlo dos prestadores de serviços

O GI tem este processo materializado através da inclusão de clausulado para o efeito nos documentos contratuais com os prestadores de serviços, o qual prevê:

- i. O direito de acompanhar, supervisionar, fiscalizar e pedir esclarecimentos a toda e qualquer intervenção realizada pelo prestador de serviços;
- ii. A possibilidade de exigir a realização de medidas, verificações, ensaios e demais operações necessárias para verificar o trabalho realizado pelo prestador de serviços;
- iii. A realização de reuniões mensais.

3.2.3. Componentes relevantes do SGS da empresa de transporte ferroviário

3.2.3.1. Verificação da aptidão para um vagão integrar um comboio

Traduzindo os requisitos legais nesta matéria, o SGS da ETF integra procedimentos para que um vagão só possa integrar um comboio desde que se verifique que:

- O veículo tem atribuída uma Entidade Responsável pela Manutenção certificada, e
- A referida certificação está em vigor e tem o âmbito apropriado.

A informação necessária à verificação consta de bases de dados.

O SGS da empresa contempla igualmente procedimentos para a verificação de que o material circulante integrante dos comboios que opera tem os respetivos ciclos de manutenção conformes.

3.2.3.2. Verificação na origem das condições para a circulação de um comboio

O SGS da ETF tem procedimentos para as verificações relativas às condições de funcionamento dos vagões que integram a composição na sua origem, como sejam os engates dos veículos, as ligações do freio, a inspeção visual dos órgãos de rolamento, o acondicionamento da carga nos vagões e o ensaio da atuação do freio em todos os veículos (aperto e desaperto efetivo) da composição a rebocar, a fim de assegurar que o comboio se encontra em condições de circular, para efeitos das obrigações que competem à Empresa de Transporte Ferroviário.

Tais verificações de segurança ficam evidenciadas através de registo pela tripulação, de acordo com o procedimento interno para controlo destas ações. A Ordem de Serviço 13/2011 é o documento que estava em vigor na altura do acidente e que serve de suporte às tripulações nas ações de preparação do comboio através do modelo “*Check List - Preparação do Comboio – Composição*”.

Esse documento deve ser preenchido antes do início da marcha do comboio, no decorrer da verificação do estado da composição e realização do ensaio de freio ou aquando da incorporação de material rebocado. A tripulação deve observar a funcionalidade dos veículos admitidos na composição, registando neste modelo as verificações realizadas e aplicando as medidas adequadas no caso de haver veículos que apresentem anomalias nos aspetos verificados.

No âmbito do processo de melhoria contínua, a empresa posteriormente verifica a conformidade da informação reportada pelas tripulações e assinala as oportunidades de melhoria que estes documentos possam evidenciar.

3.2.4. Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária

No âmbito das suas competências enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária, o IMT, tem a obrigação supervisionar a aplicação contínua dos SGS das empresas ferroviárias. Essa ação de supervisão é feita por diversas formas, incluindo a realização de auditorias ao sistema. Até à data do acidente, não havia realizado qualquer auditoria à aplicação do SGS do gestor da infraestrutura nem da empresa de transporte ferroviário.

No âmbito das suas competências de fiscalização do cumprimento do quadro regulamentar de qualidade e segurança relativamente às infraestruturas ferroviárias, o IMT informou o GPIAAF que, no triénio de 2014 a 2017, efetuou algumas ações inspetivas, embora não abrangendo nenhuma delas o troço da Linha do Norte entre Coimbra-B e Pampilhosa e que visasse especificamente o cumprimento regulamentar da qualidade e segurança daquela infraestrutura.

O IMT informou também que efetua o seguimento e análise aos indicadores de percursos de acidentes ferroviários relacionados com o estado das infraestruturas ferroviárias. Nesse âmbito, atendendo à elevada incidência de ocorrências classificadas como precursores de acidentes associados a este domínio verificada nos anos precedentes e registadas nos relatórios anuais de segurança ferroviária, o IMT elaborou em janeiro de 2017 um relatório de análise aos referidos indicadores, o qual suscitou um pedido de informação ao GI relativamente às intervenções de manutenção na infraestrutura e quanto às medidas tomadas ou a tomar para inverter a tendência registada. Tendo também presente esta situação e as suas limitações de recursos internos, o IMT encontrava-se à data do acidente a preparar um protocolo de colaboração com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) definindo um conjunto de ações de supervisão ao sistema de manutenção da infraestrutura ferroviária e avaliação das condições de operacionalidade da infraestrutura ferroviária face ao seu estado de manutenção, o qual se encontra em curso.

No que diz respeito à supervisão das condições de circulação do material de mercadorias e atividade das ERM, o IMT tem feito algumas ações de supervisão neste domínio junto das empresas. No entanto, desde a entrada em vigor do Regulamento (UE) 445/2011, o IMT, enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária, não tem competências de supervisão no respeitante aos vagões mantidos por ERM certificadas nem à atividade destas. Apenas se, no decurso das ações de supervisão às ETF que lhe competem, detetar desconformidades relativamente às condições de manutenção dos vagões que coloquem em causa os pressupostos da certificação, deverá tomar imediatamente a decisão adequada e dela informar a Comissão, a Agência, as outras autoridades competentes, o organismo de certificação e as outras partes interessadas (art.º 9.º do Regulamento (UE) 445/2011).

3.3. Normas e regulamentação

O normativo legal de enquadramento mais relevante aplicável no contexto deste incidente é o seguinte:

- Decreto-Lei n.º 270/2003, de 28 de outubro, nas suas diversas redações desde a sua publicação inicial, o qual define as condições de prestação dos serviços de transporte ferroviário e de gestão da infraestrutura ferroviária, estabelecendo, nomeadamente e para o que interessa à presente investigação:
 - i) As obrigações e competências do Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. no que diz respeito à segurança do transporte ferroviário;
 - ii) Que o gestor da infraestrutura e as empresas de transporte ferroviário são responsáveis, perante os utilizadores, os clientes, os próprios trabalhadores e terceiros, pela segurança da exploração da sua parte do sistema ferroviário e pelo controlo dos riscos associados;
 - iii) Que para exercer a sua atividade o gestor da infraestrutura e as empresas de transporte ferroviário têm de ter implementado um Sistema de Gestão da Segurança que garanta o

controlo de todos os riscos associados à sua atividade, tendo em conta, sempre que possível, os riscos decorrentes das atividades de outras partes, incluindo os riscos associados à prestação de serviços de manutenção, ao fornecimento de material e ao recurso a subcontratação a terceiros;

- iv) Que as ERM são responsáveis por assegurar, por meio de um sistema de manutenção, que os veículos por cuja manutenção são responsáveis se encontrem em condições seguras para circular, devendo para esse efeito a entidade responsável pela manutenção garantir que a manutenção dos veículos seja efetuada de acordo com o registo de manutenção de cada veículo e com os requisitos em vigor, incluindo as regras de manutenção e as disposições relativas às ETI.
- Regulamento n.º 42/2005 do Instituto Nacional do Transporte Ferroviário, I.P., de 3 de junho, o qual, à data dos incidentes, definia os procedimentos necessários à obtenção de licenças para o exercício da atividade de prestação de serviços de transporte ferroviário, bem como as metodologias a adotar na avaliação do cumprimento dos requisitos legalmente exigíveis.
 - Regulamento n.º 442/2010 do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P., de 29 de abril de 2010, o qual regulamenta os procedimentos para emissão de autorizações de segurança.
 - Regulamento (UE) n.º 1158/2010 da Comissão, de 9 de dezembro, o qual estabelece os princípios e a obrigatoriedade de a autoridade nacional de segurança ferroviária supervisionar a aplicação contínua por parte das empresas ferroviárias do seu Sistema de Gestão da Segurança.
 - Regulamento (UE) n.º 445/2011 da Comissão, de 10 de maio, relativo ao sistema de certificação das entidades responsáveis pela manutenção de vagões de mercadorias.
 - Decreto-Lei n.º 236/2012, de 31 de outubro, na sua redação em vigor à data do acidente, o qual define a missão e as atribuições do Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., nomeadamente no que diz respeito à regulação e supervisão técnica e de segurança do transporte ferroviário.
 - Regulamento (UE) n.º 1077/2012 da Comissão, de 16 de novembro, relativo a um método comum de segurança para a atividade de supervisão por parte das autoridades nacionais de segurança subsequente à emissão de certificados de segurança ou de autorizações de segurança.
 - Regulamento (UE) n.º 1078/2012, da Comissão, de 16 de novembro, relativo a um método comum de segurança para a atividade de monitorização a aplicar pelas empresas ferroviárias e os gestores de infraestruturas, subsequentemente à obtenção do certificado de segurança ou da autorização de segurança, e pelas entidades responsáveis pela manutenção.

A regulamentação ferroviária e o normativo técnico específicos aplicáveis no contexto deste acidente, são referidos adiante aquando do tratamento dos assuntos em que sejam relevantes.

3.4. Funcionamento do material circulante e das instalações técnicas

3.4.1. Material circulante

No momento do acidente o material circulante não tinha registo da existência de anomalias, circulando sem restrições impostas.

3.4.1.1. Dados dos aparelhos de registo

Foram recolhidos os dados da locomotiva para análise no âmbito da investigação. Esta informação para o processo de investigação é relevante pois permite ser analisada em conjunto com os registos obtidos do GI relacionados com o controlo da circulação, permitindo uma reconstituição pormenorizada da ocorrência e situar o comboio no espaço e no tempo, após coordenação dos referenciais de tempo de ambos os sistemas.

Os dados taquimétricos foram recolhidos na unidade de registo do sistema CONVEL da locomotiva elétrica 5621. O registo dos parâmetros de inicialização introduzidos no sistema relativamente às características do comboio estava conforme com o regulamentado.

A tabela e o gráfico seguintes, mostram o excerto contínuo dos eventos do comboio nos momentos que antecedem o acidente e até à sua paragem.

Ação	Hora da U.R. ¹⁹ [hh:mm:ss]	Distância Percorrida [m]	Velocidade [km/h]	Observações
1	17:26:47	0	0,0	Início da preparação do comboio.
2	17:47:49	769	1,5	Início da marcha do comboio para aproximação ao sinal S12 de Souselas.
3	18:03:48	1026	10,5	Passagem pelo S12 de Souselas, com erro de baliza.
4	18:05:26	1725	33,0	Passagem pelo sinal 2237D apresentando aspeto "verde".
5	18:06:56	3388	96,0	Passagem pelo sinal 2220D apresentando aspeto "verde".
6	18:07:01	3623	97,5	Velocidade máxima atingida no percurso.
7	18:07:24	4133	94,5	Indicação de atuação de freio de serviço, freio de emergência e sistema de homem-morto.
8	18:07:25	4160	93,0	Baixa de pressão na conduta geral da composição.
9	18:07:26	4186	93,0	Rotura da conduta geral da composição.
10	18:07:32	4327	81,0	Passagem pelo sinal S2-ADM apresentando aspeto "verde".
11	18:08:03	4696	4,5	Imobilização do <i>material motor</i>

Quadro 13: Registos da unidade de registo da locomotiva 5621

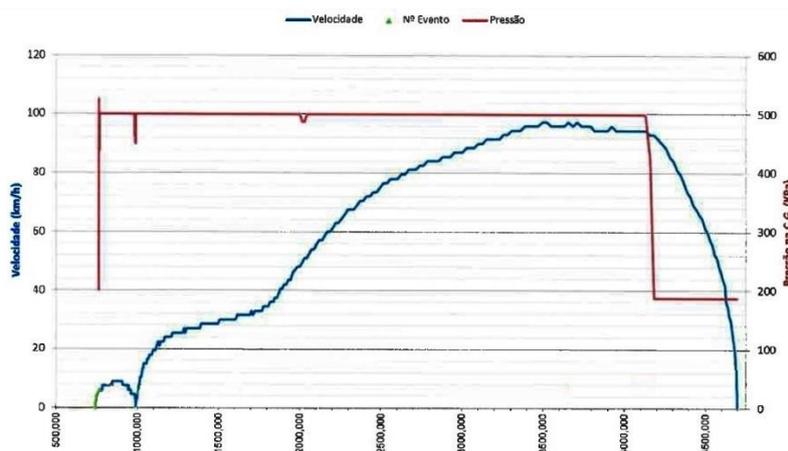


Figura 13: Gráfico dos dados de taquimetria da locomotiva 5621

No momento do descarrilamento o comboio circulava à deriva²⁰, a cerca de 95 km/h, nunca tendo sido necessário fazer qualquer aplicação de freio desde o início da viagem e até à atuação automática do freio pelo sistema na sequência do acidente.

Entre a primeira indicação de anormalidade na cabina e a separação do comboio decorrem cerca de dois segundos.

Quando ocorre a separação da composição, a locomotiva e o primeiro vagão da composição continuam em movimento até se verificar a sua imobilização, o que ocorre 37 segundos depois, percorrendo a distância de 510 metros.

¹⁹ Unidade de Registo do veículo.

²⁰ Ou seja, sem força de tração exercida pela locomotiva.

Entre o ponto de origem do descarrilamento e o momento da separação da composição e da rutura da conduta geral de freio, o comboio percorreu 127 metros.

3.4.1.2. Manutenção

A locomotiva elétrica 5621 encontrava-se com os ciclos de manutenção cumpridos de acordo com o respetivo plano de manutenção para esta série de locomotivas elétricas.

De acordo com os registos, o restante material circulante envolvido no acidente tinha três empresas responsáveis pela manutenção distintas como identificado na tabela seguinte, a qual também indica as respetivas inscrições referentes às revisões efetuadas.

N.º ordem na composição	UIC / NEV (matrícula)	Tipo de material	ERM	Intervalo entre Revisões	R E V (tipo revisão)	COD. Oficina	Data	Tolerancia (meses)
1	83 71 930 5112-0	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	S-TRS	29/08/2014	+3 M
2	83 71 930 5065-0	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	S-TRS	29/08/2014	+3 M
3	83 71 930 5140-1	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	L-TMC	20/05/2013	+3 M
4	83 71 930 5116-1	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	S-TRS	15/10/2015	+3 M
5	83 71 930 5153-4	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	S-TRS	03/12/2015	+3 M
6	83 71 930 5152-6	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	S-TRS	12/11/2015	+3 M
7	83 71 930 5014-8	Uacs	TRANSFESA	6 anos	R	L-TMC	17/07/2013	+3 M
8	32 94 356 0035-1	Rgs	Cp Carga SA	6 anos	RSP / RP	EMEF	15/12/2015	+3 M
				12 meses	VO	EMEF	15/12/2016	+1 M
9	81 94 383 2016-3	Rlps	Cp Carga SA	6 anos	RSP / RP	EMEF	04/08/2016	+3 M
10	83 94 930 5052-1	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	26/08/2016	+3 M
11	83 94 930 5061-2	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	27/02/2015	+3 M
				2 anos	VE	GMF	09/02/2017	
				12 meses	EC	GMF	24/03/2016	
12	83 94 930 5028-1	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	07/04/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	21/03/2016	
13	83 94 930 5060-4	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	26/03/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	15/04/2016	
14	83 94 930 5027-3	Uacs	GMF	6 anos	R E V	ER	16/04/2013	+3 M
				2 anos	VE	GMF	20/03/2015	
				12 meses	EC	GMF	01/04/2016	
15	83 94 930 5005-9	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	07/08/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	25/07/2016	
16	83 94 930 5014-1	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	07/08/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	22/07/2016	
17	83 94 930 5034-9	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	25/09/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	01/09/2016	
18	83 94 930 5001-8	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	07/08/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	11/11/2016	
19	83 94 930 5008-3	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	18/09/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	02/09/2016	
20	83 94 930 5010-9	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	23/07/2015	+3 M
				12 meses	EC	GMF	29/07/2016	
21	83 94 930 5007-5	Uacs	GMF	6 anos	R E V	GMF	23/07/2015	+3 M

Legenda:

Tipo Revisão

R

RSP/RP

VO

REV

VE

EC

Gran Reparación (Transfesa)

Revisão de Segurança Primária / Revisão Primária (CP Carga SA/MEDWAY)

Visita Operacional (CP Carga SA/MEDWAY)

Revisão Geral (GMF)

Visita Especial (GMF)

Ensaio Complementar (GMF)

Observações²¹

Quadro 14: Datas inscritas nos vagões da realização das revisões

Tal como mencionado em 2.1, descarrilaram nove veículos que ocupavam as posições do segundo ao décimo lugar na composição. Destes, oito descarrilaram na totalidade (do 2.º ao 9.º lugar) tendo o outro descarrilado só o *bogie* lado sul (1.º *bogie* no sentido da marcha).

²¹ De acordo com os respetivos manuais de manutenção do veículo.

A análise das evidências no local do descarrilamento permitiu estabelecer que o 2.º vagão da composição (83 71 930 5 065-0) foi o primeiro a descarrilar, perdendo o primeiro *bogie* no sentido da marcha o guiamento dos carris, saindo para o lado exterior da curva. Os restantes vagões descarrilaram na sequência do estrago provocado na via pelo descarrilamento deste vagão.

Por este motivo, a análise seguinte focar-se-á sobre o vagão Uacs 83 71 930 5 065-0.

A empresa responsável pela manutenção do vagão estava certificada como tal nos termos do Regulamento (UE) 445/2011 pela “Dirección General de Ferrocarriles” de Espanha, tendo o certificado n.º ES/31/0013/0002 sido emitido em 09-05-2013 e validade até 08-05-2018.

Tal como consta da tabela anterior, constata-se através dos registos facultados pela ERM ao GPIAAF que o vagão deu entrada na oficina da Transervi, S.A. no dia 07-05-2014, efetuou a manutenção “R” (*Gran Reparación*) e saiu em 29-08-2014, atestando aquela empresa a realização desta intervenção de acordo com o plano de manutenção do veículo (ref.ª TF930500).

Para a *Gran Reparación*, o plano de manutenção do veículo define um conjunto de tarefas, tais como verificações, desmontagem de peças, ensaios e lubrificação, suportadas em normativo técnico de manutenção que ao serem realizadas garantirão o estado de funcionamento do veículo na sua exploração normal.

O referido plano de manutenção, definido pela ERM e datado de 01-01-2015, prevê um ciclo com uma operação de manutenção “R” a cada seis anos:

			Transportes Ferroviarios Especiales SA c/ Musgo 1 28023 MADRID		
PLAN DE MANTENIMIENTO	EDICION	REVISION		CODIGO	
Uacs 83 71 930 5 XXX X	1	0		TF930500	

5. CICLOS

DENOMINACION	RSI	RS	R
CICLO VAGONES			6 ANOS + 3M SI

Legenda:

Tipo Revisão	Observações ²²
RSI	Revision de Seguridad Intermédia
RS	Revision de Seguridad
R	Gran Reparación

Figura 14: Extrato do plano indicando os ciclos de manutenção do vagão

O plano de manutenção explicita expressamente que o mesmo “apenas faz referência aos níveis de manutenção 2, 3 e 4”.

Para melhor compreensão, segundo informação da ERM para a investigação, os níveis de manutenção indicados no plano têm como referência a adaptação para o setor ferroviário definida em guia da Agência Ferroviária Europeia²³ do estabelecido na norma EN 13306 - Terminologia da Manutenção, norma esta que classifica as tarefas de manutenção em cinco níveis, em função da respetiva complexidade. O quadro seguinte traduz os referidos níveis de manutenção para o setor ferroviário, indicando também a respetiva responsabilidade de acordo com a legislação aplicável²⁴:

²² De acordo com respetivo manual de manutenção do veículo.

²³ Conforme o guia de aplicação da Agência Ferroviária Europeia ref. ERA-GUI-08-2011-SAF - *Guide for the application of the Commission Regulation No 445/2011 on a system of certification of entities in charge of maintenance for freight wagons.*

²⁴ Diretiva 2004/49/CE, Diretiva 2008/57/CE e Regulamento (UE) n.º 445/2011.

Nível	Tipologia	Responsabilidade
1	Verificações e ensaios realizados antes da partida dos comboios ou em trânsito.	ETF utilizadora
2	Inspeções, verificações, testes, substituição rápida de consumíveis e operações preventivas e corretivas de duração limitada entre duas viagens programadas.	ERM
3	Operações realizadas principalmente em instalações especializadas de um centro de manutenção; inclui intervenções de manutenção preventiva e corretiva e a substituição programada de componentes. O veículo não está em serviço ativo durante este nível de manutenção.	ERM
4	Operações maiores de manutenção, geralmente designadas reparações (de subsistemas modulares ou de todo o veículo).	ERM
5	Reabilitação, modificações, reparações de grande extensão, renovação ou melhoria das características, exceto quando estão sujeitas a autorização no âmbito da Diretiva de Interoperabilidade.	Entidade a contratar pelo detentor

Quadro 15: Níveis de manutenção e respetiva responsabilidade

A designada manutenção de nível 1 correspondente à responsabilidade da ETF, foi feita aos veículos integrantes da composição em conformidade com o previsto no respetivo SGS, através das verificações de preparação do comboio antes da sua partida, operação evidenciada na correspondente lista de verificação.

CP.Carga - Logística e Transportes Ferroviários de Mercadorias S.A. ANEXO OS nº 13/11

**CHECK LIST
PREPARAÇÃO DO COMBOIO
- COMPOSIÇÃO -**

Comboio nº: 95304 Data: 1. Abril 2012 Local: Sousela
 Verificado por: [redacted] Matrícula: [redacted] Categoria: Operário

Verificações e ensaios efectuados nos Vagões	Observações
Tampões de Choque, Engates, Mangueiras e Torneiras de Intercomunicação.	<input checked="" type="checkbox"/>
Dispositivos do Freio automático: -Vazio/Carregado, Passageiros/Mercadorias; -Válvulas de Freio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Freios Manuais e de Estacionamento.	<input checked="" type="checkbox"/>
Indícios de Caixas de Eixos e Rodas quentes.	<input checked="" type="checkbox"/>
Fugas de lubrificante nas Caixas de Eixos.	<input checked="" type="checkbox"/>
Inscrições Regulamentares nos Vagões e etiquetas e/ou modelos afixados.	<input checked="" type="checkbox"/>
Estado Geral (acondicionamento e fixação das cargas, fueliros, taipais, portas, encravamentos, estribos, corrimões, pegas, etc., ...).	<input checked="" type="checkbox"/>
Ensaio de freio e Fugas de ar.	<input checked="" type="checkbox"/>
Farol de cauda.	<input checked="" type="checkbox"/>
Composição em conformidade com as normas regulamentares em vigor.	<input checked="" type="checkbox"/>
Participação das anomalias verificadas.	<input type="checkbox"/>

Assinatura
[redacted]

Sistema de Gestão da Segurança, CP Carga, S.A. Pág. 1 de 1

Figura 15: Check-list da verificação da composição antes da partida.

O registo indica que, nos aspetos sujeitos a verificação, não foram identificadas deficiências nos veículos do comboio.

Por fim, segundo os registos do detentor, desde a última "R", o vagão 930 5 065-0 percorreu 87 496 km, ou seja, uma média de 2734 km por mês. Não foi possível obter informação do detentor dos vagões de que forma estes quilómetros percorridos foram efetuados, nomeadamente qual a proporção percorrida

em vazio, sua distribuição mensal ou se, porventura, o vagão teve algum período significativo sem utilização.

3.4.1.3. Observações gerais ao material circulante após o descarrilamento

Na vistoria feita ao material circulante no local do acidente constatou-se a quebra do sistema de engatagem do veículo 930 5 112-0, que seguia em primeiro lugar na composição, nomeadamente a rutura do veio do gancho de tração entre o primeiro e o segundo veículo.

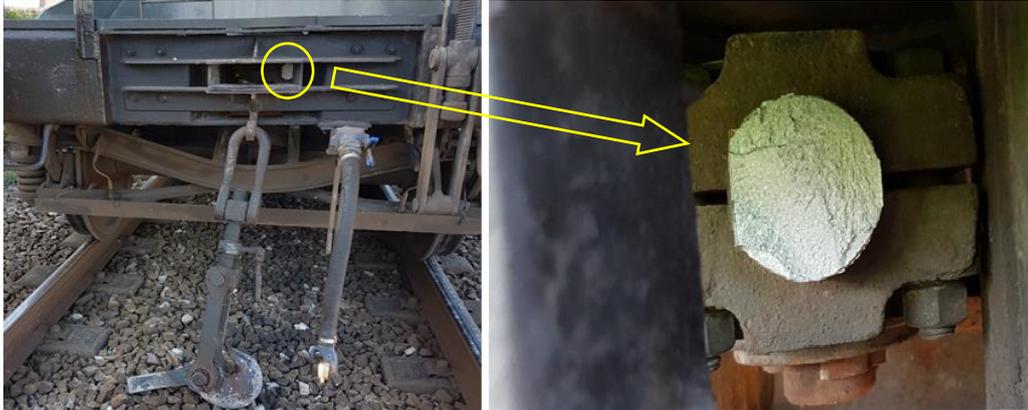


Figura 16: Rotura do gancho de tração

A haste do engate do gancho de tração partiu na zona de transição entre a seção circular e a seção quadrangular, o que se pode explicar pela concentração de tensões que é característica numa transição de secções de peças estruturais.



Figura 17: Equipamento tensor do 1º vagão



Figura 18: Veio do equipamento de tração do 1º vagão

A secção de rotura não apresenta sinais de fadiga, de corrosão ou de fraturas anteriores ao evento que originou a sua rutura. Analisando a superfície de rotura é perceptível o esmagamento a que a peça esteve sujeita (zona assinalada por setas na figura anterior), evidenciando uma força de desvio significativa, indicando que o vagão que lhe estava acoplado exerceu um elevado esforço para o lado esquerdo no sentido da marcha, forçando o limite do curso radial de trabalho do tensor. Tais forças no lado oposto da secção originaram a rutura por tensões compostas tração/flexão/corte.

Os vagões descarrilados ficaram em variados estados de destruição, sendo os mais afetados os vagões Uacs da Transfesa, que foram considerados perda total pelo seu detentor.

A violência do evento levou a que os *bogies* dos vagões perdessem a sua integridade e se desmantelassem saindo da posição que ocupavam e ficando as peças que os constituíam espalhadas pela via.



Figura 19: Pormenor do desmantelamento das peças (01-04-2017).

O vagão Uacs 930 5 065-0, que foi possível determinar ter sido o primeiro a descarrilar, encontrava-se numa vala fora da zona da maioria dos destroços, estando o seu *bogie* dianteiro (aquele por onde o descarrilamento se iniciou), praticamente íntegro e separado da caixa do vagão.



Figura 20: Vagão e 1.º bogie que descarrilou (02-04-2017)

Da vistoria feita no local aos destroços dos vagões, não foi detetada nenhuma anomalia evidente que não fosse atribuível aos danos do descarrilamento.

Foram também vistoriados no local os vagões que não descarrilaram, não havendo igualmente anomalias aparentes na inspeção visual efetuada.

3.4.1.4. Peritagem aos vagões

O GPIAAF procedeu no local do acidente à identificação e cadastro dos destroços relevantes.

O *bogie* por onde se iniciou o descarrilamento, que se encontrava praticamente íntegro mas separado do seu vagão, foi integralmente marcado pelos investigadores do GPIAAF para que posteriormente fosse possível recompor a sua posição e componentes.

Os destroços foram removidos de forma controlada e numa primeira fase colocados num espaço disponível junto ao local do acidente, sendo posteriormente transportados por rodovia para as instalações da EMEF no Entroncamento.

A operação de carga dos veículos para a sua remoção para a oficina esteve a cargo do operador ferroviário. Os trabalhos tiveram início às 08:00 do dia 03-07-2017 e ficaram concluídos pelas 10:00 do dia 06-07-2017.

Os vagões foram tamponados de forma a minimizar o derrame de cimento e a consequente contaminação do local, sendo carregados em veículos rodoviários especiais com o auxílio de uma grua de grande porte deslocada para o local.



Figura 21: Operação de carga dos vagões acidentados. 03-07-2017.

O material circulante foi parqueado em local próprio, desenvolvendo o GPIAAF ações para identificação das peças que se encontravam depositadas de forma aleatória. Todos os eixos foram agrupados por

veículo em conjuntos de quatro como corresponde. Contudo, foi identificada uma dificuldade na ordenação de alguns componentes por não terem marcas de identificação que permitissem a sua rastreabilidade.



Figura 22: Operação de arrumação no parque.

Da documentação disponibilizada pela empresa responsável pela manutenção dos veículos acidentados só foi perceptível identificar os quatro eixos pertencentes a um determinado vagão, não sendo possível perceber a respetiva posição e orientação.

Os trabalhos desenvolvidos em oficina foram acordados com as partes interessadas e acompanhados pelos investigadores do GPIAAF em 13-10-2017.

Os vagões que ocupavam as posições 1 a 9 na composição, ou seja, o que antecedia aquele por onde o descarrilamento se iniciou e todos os que descarrilaram completamente, foram objeto de diversas verificações, nomeadamente nos seus rodados e demais órgãos de segurança.

Todas as rodas e sua montagem nos respetivos eixos foram medidas por equipamentos apropriados e devidamente certificados. O perfil de torneamento utilizado nas rodas dos vagões é o normalizado S1002 (EN13715), aceite para circulação na rede ferroviária nacional.

Foram objeto de medição os parâmetros de controlo da adequabilidade dos rodados para o serviço, conforme indicado na figura seguinte:

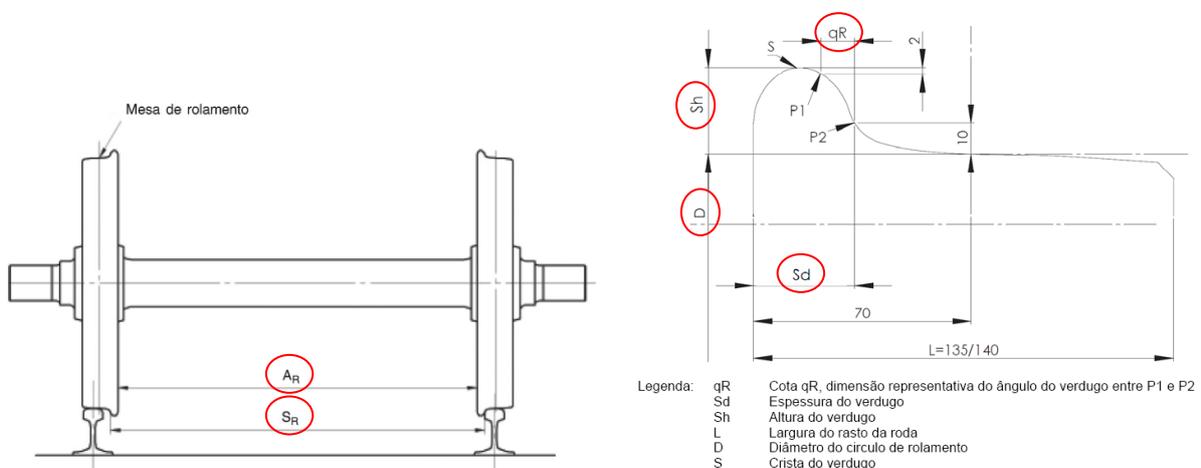


Figura 23: Parâmetros dos rodados.

Os rodados do vagão Uacs 83 71 930 5 065-0 que descarrilou em primeiro lugar tinham todas as suas dimensões dentro das tolerâncias admitidas no normativo para a operação, conforme patente na tabela seguinte:

N.º de vagão	N.º rodado	DIAMETRO DA RODA D		ESPESSURA DO VERDUGO Sd (22 a 33 mm)		ALTURA DO VERDUGO Sh (máx: 32 mm)		qR (> 6,5 mm)		DISTÂNCIA ENTRE FACES INTERNAS (1590 ≤ A _R ≤ 1596)	DISTÂNCIA ENTRE FACES ACTIVAS (1643 ≤ S _R ≤ 1659)	Diferença DIAMETRO das rodas do mesmo rodado (ΔS ≤ 1 mm)	Diferença Sd entre rodas do mesmo rodado (ΔSd ≤ 3 mm)	Diferença DIAMETRO das rodas do mesmo bogie (ΔD ≤ 15 mm)	Diferença DIAMETRO das rodas no vagão (ΔD ≤ 30 mm)
		Dir.	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.	Esq.						
83 71 930 5 065-0	76-03588-0	899,0	898,0	29,0	28,5	29,0	29,0	9,5	9,5	1595,0	1652,5	1,0	0,5	10,0	
	76-04218-3	890,0	890,0	28,0	28,0	29,0	29,0	9,0	8,0	1594,0	1650,0	0,0	0,0		
	76-29329-9	899,0	898,0	27,0	26,0	28,0	29,0	8,5	8,0	1594,0	1647,0	1,0	1,0		
	76-10468-6	890,0	889,0	30,0	30,0	29,0	29,0	9,5	8,5	1594,0	1654,0	1,0	0,0		

Quadro 16: Parâmetros dos rodados do vagão 930 5 065

As verificações neste vagão foram bastante mais alargadas, sendo também verificada no torno entre pontos a eventual existência de ovalização ou empeno nos rodados, com resultados negativos. Também não existiam lisos nas mesas de rolamento nem foram detetados outros defeitos visíveis na face ativa dos verdugos que pudessem ser relevantes para o descarrilamento.

Num dos rodados do bogie com que o descarrilamento se iniciou foi realizado exame por ultrassons ao respetivo veio, por este apresentar uma indentação anormal. O resultado foi negativo quanto a qualquer anomalia, sendo o veio considerado bom para serviço.

Tanto quanto foi possível verificar atendendo ao estado dos componentes, não foram detetadas anomalias relevantes nos componentes de ambos os bogies (caixas de eixo, placas de deslizamento, molas e conjuntos amortecedores Lenoir), nem nos interfaces entre estes e a estrutura do vagão, ou seja, nos pivôs e superfícies deslizantes laterais. No entanto, houve alguns aspetos que não foi possível verificar atendendo aos danos existentes, especialmente no bogie traseiro, cujos rodados se soltaram durante o descarrilamento.

Em alguns dos outros oito vagões medidos, foram detetadas desconformidades em certos parâmetros dos rodados, as quais se evidenciam seguidamente (a vermelho):

Posição do vagão na composição	N.º de vagão	N.º rodado	Bogie	DIAMETRO DA RODA		ESPESSURA DO VERDUGO Sd (22 a 33 mm)		ALTURA DO VERDUGO Sh (máx: 32 mm)		qR (> 6,5 mm)		DISTÂNCIA ENTRE FACES INTERNAS (1590 ≤ A _R ≤ 1596)	DISTÂNCIA ENTRE FACES ACTIVAS (1643 ≤ S _R ≤ 1659)	Variação DIAMETRO DA RODA (Δ ≤ 1 mm)
				Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda			
1	83 71 930 5 112-0	78-00058-5	TIPO Y-21-Cse	894,9	899,9	30,9	31,7	31,1	31,0	10,2	9,7	1594,0	1656,6	5,0
		76-03488-3		899,8	900,2	31,4	31,2	30,7	31,4	10,1	9,8	1594,6	1657,2	0,4
		76-03456-8	TIPO Y-21-Cse	897,4	897,4	30,0	29,8	30,8	31,6	9,0	9,1	1595,5	1655,3	0,0
3	83 71 930 5 140-1	76-09878-2	TIPO Y-21-Cse	907,6	907,3	29,3	29,2	29,4	30,2	8,8	8,9	1594,6	1653,1	0,3
		77-01066-8	TIPO Y-21-Cse	880,0	880,0	31,0	31,0	31,0	31,0	9,0	9,5	1591,0	1653,0	0,0
		77-00025-5		877,0	879,0	29,5	31,5	33,0	31,0	9,5	9,5	1583,0	1644,0	2,0
		77-00265-7	TIPO Y-21-Cse	877,0	877,0	32,0	33,0	31,0	31,5	10,0	10,5	1583,0	1648,0	0,0
5	83 71 930 5 153-4	77-00203-8	TIPO Y-21-Cse	876,0	876,0	30,5	32,0	32,0	31,0	10,0	9,0	1594,0	1656,5	0,0
		77-03519-6		888,0	888,0	30,0	28,5	28,5	28,0	9,0	9,5	1595,0	1653,5	0,0
		77-01234-2	TIPO Y-21-Cse	890,0	890,0	29,5	30,0	28,5	28,0	9,5	10,0	1601,0	1660,5	0,0
		77-00762-3	TIPO Y-21-Cse	892,0	892,0	30,5	30,0	28,0	28,5	10,0	9,0	1594,0	1654,5	0,0
6	83 71 930 5 152-6	77-01053-6		890,0	890,0	29,0	30,5	28,5	28,0	9,0	9,5	1595,0	1654,5	0,0
		76-34297-1	TIPO Y-21-Cse	888,0	890,0	29,0	30,0	28,5	28,0	8,5	9,5	1594,0	1653,0	2,0
		76-03921-3		893,0	893,0	29,0	30,0	28,0	28,5	9,0	9,0	1594,0	1653,0	0,0
		76-11520-3	TIPO Y-21-Cse	878,0	878,0	29,0	28,5	28,5	28,5	9,5	9,5	1594,0	1651,5	0,0
		76-04463-5		892,0	892,0	30,0	30,5	28,5	28,0	10,0	10,0	1602,0	1662,5	0,0

Quadro 17: Vagões cujos rodados foram medidos, nos quais foram detetadas desconformidades

As anomalias relativas às distâncias entre faces internas das rodas (A_R) e entre faces ativas dos verdugos (S_R) podem ser atribuídas ao acidente. Já as anomalias relativas à diferença nos diâmetros das rodas do mesmo rodado eram pré-existent e impeditivas da utilização dos respetivos vagões. A importante diferença existente num dos rodados do 1.º vagão foi confirmada por duas medições independentes (uma da própria ERM) e é um tipo de anomalia que requer um período de tempo significativo para surgir.

3.4.2. Via

No momento do acidente a via não tinha imposta qualquer restrição à sua utilização em relação às condições normais.

Entrevistadas algumas das tripulações que passaram no período do dia anterior ao comboio acidentado sobre o comportamento percebido no local, estas referiram não ter notado nada que fosse diferente do habitual, complementando que era habitual no troço da via descendente entre as estações de Souselas e Coimbra-B serem sentidos bastantes solavancos, comparativamente com outros troços com a mesma velocidade.

3.4.2.1. Reconhecimento no local após o acidente

Após o acidente, o GPIAAF fez uma rigorosa inspeção visual na zona do descarrilamento, identificando com exatidão, pelas marcas existentes no carril e nos restantes componentes da via, o ponto de origem do descarrilamento²⁵ (POD), que por medição direta a partir do hectómetro mais próximo, foi rigorosamente localizado ao PK 221,337.



Figura 24: Ponto de origem de descarrilamento (PK 221,337)

Numa zona que antecede o POD em cerca de nove metros, foi constatada a existência de uma zona de ascensão de finos²⁶, que havia sido tratada recentemente, na qual eram evidentes, a olho nu, irregularidades no nivelamento longitudinal nos carris da fila alta e da fila baixa.

²⁵ O GPIAAF considera como ponto de origem de descarrilamento aquele em que a roda perde o guiamento proporcionado pelo carril, o qual antecede numa distância que pode variar significativamente a primeira marca das rodas fora do carril.

²⁶ Este fenómeno está explicado adiante no texto.

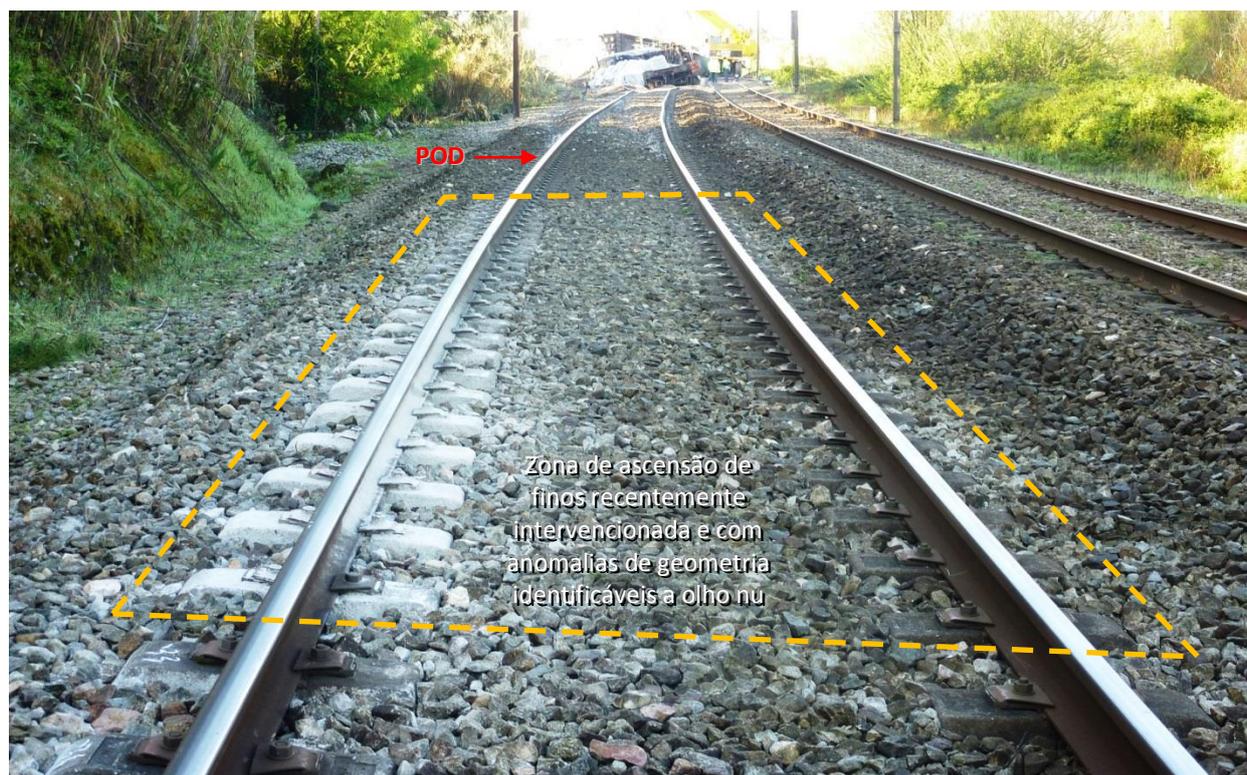


Figura 25: Aspeto da via a cerca de nove metros antes do POD

3.4.2.2. Medições da geometria da via

Num troço a montante do POD suficientemente longo, o GPIAAF garantiu que não circularia nem estacionaria qualquer tipo de material circulante até serem feitas as medições necessárias da geometria da via, sendo unicamente retirados os veículos que permaneceram carrilados bem como o último que havia descarrilado apenas o seu primeiro *bogie* e que entretanto já havia sido carrilado, portanto todos em tara como já referido anteriormente.

Com o apoio de técnicos do gestor da infraestrutura utilizando um equipamento KRAB™, cerca das 00:20 do dia 02-04-2017 foram recolhidos os parâmetros geométricos da via no troço entre os PK 221,800000 e 221,300250, portanto, de 463 metros antes do POD até cerca de 37 metros após, local a partir do qual os danos na via por efeito do descarrilamento tornavam a medição irrelevante.

O gráfico resultante da medição é apresentado na figura seguinte.

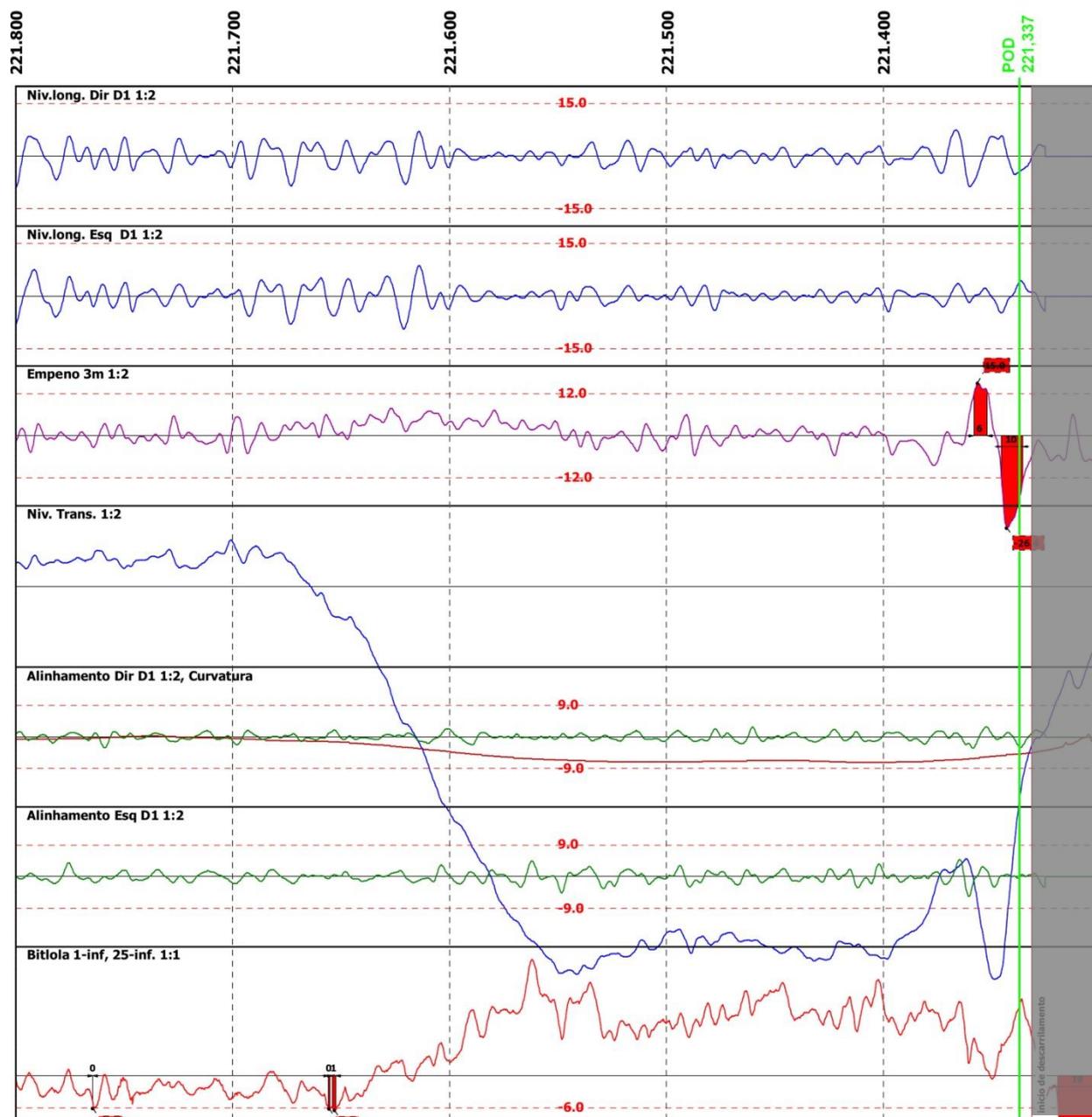


Figura 26: Extrato do gráfico de parâmetros de via – equipamento KRAB

Para compreensão do significado dos parâmetros caracterizadores da geometria da via que se tratará no decurso do relatório, apresentam-se no anexo 2 alguns extratos do suporte normativo de maior relevância que lhe serve de base.

Na tabela seguinte, apresenta-se o resultado da aplicação da classificação de anomalias de acordo com o normativo técnico do gestor da infraestrutura²⁷ a esta geometria da via.

²⁷ REFER - IT.VIA.018 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via. Lisboa: 2009

Linha	Via	PK	Extensão [m]	Parâmetro	Amplitude Máxima [mm]	Classe de Velocidade	Tolerância Excedida
Linha do Norte	VD	221.345	10	Empeno	-26	III	Acção Imediata
Linha do Norte	VD	221.358	6	Empeno	15	III	Intervenção
Linha do Norte	VD	221.654	1	Aperto Bitola	-6	III	Alerta
Linha do Norte	VD	221.655	1	Aperto Bitola	-6	III	Alerta
Linha do Norte	VD	221.764	1	Aperto Bitola	-6	III	Alerta

Quadro 18: Registo das anomalias encontradas (medição KRAB)

O significado das indicações existentes na coluna “Tolerância Excedida” encontra-se no anexo 2.

Por ser um equipamento ligeiro, o equipamento de diagnóstico de via KRAB mede a via em situação não carregada, ou seja, não mede exatamente aquela que é, de facto, sentida pelo material circulante devido à condição efetiva do suporte da via e às características elásticas do conjunto.



Figura 27: equipamento de medição KRAB [imagem de arquivo – direitos reservados]

Por esse motivo, e atendendo aos dados obtidos da medição feita com o KRAB e às características do descarrilamento, o GPIAAF solicitou ao GI o levantamento dos dados de geometria da via através da utilização do equipamento pesado VIV 02 (mais conhecido pela designação “EM-120” atribuída pelo fabricante, e que doravante será usada neste relatório). Tal foi efetuado logo que as condições no local o permitiram, nomeadamente em 04-04-2017, data em que a via ascendente ficou aberta à exploração permitindo a passagem do veículo para norte do local do acidente. Salienta-se que o GPIAAF se assegurou que a via descendente no troço relevante a montante do POD permaneceu inalterada e sem utilização por veículos ferroviários até à medição por este veículo pesado.



Figura 28: Veículo de inspeção de via e catenária VIV 02 (EM-120) do GI [imagem IP]

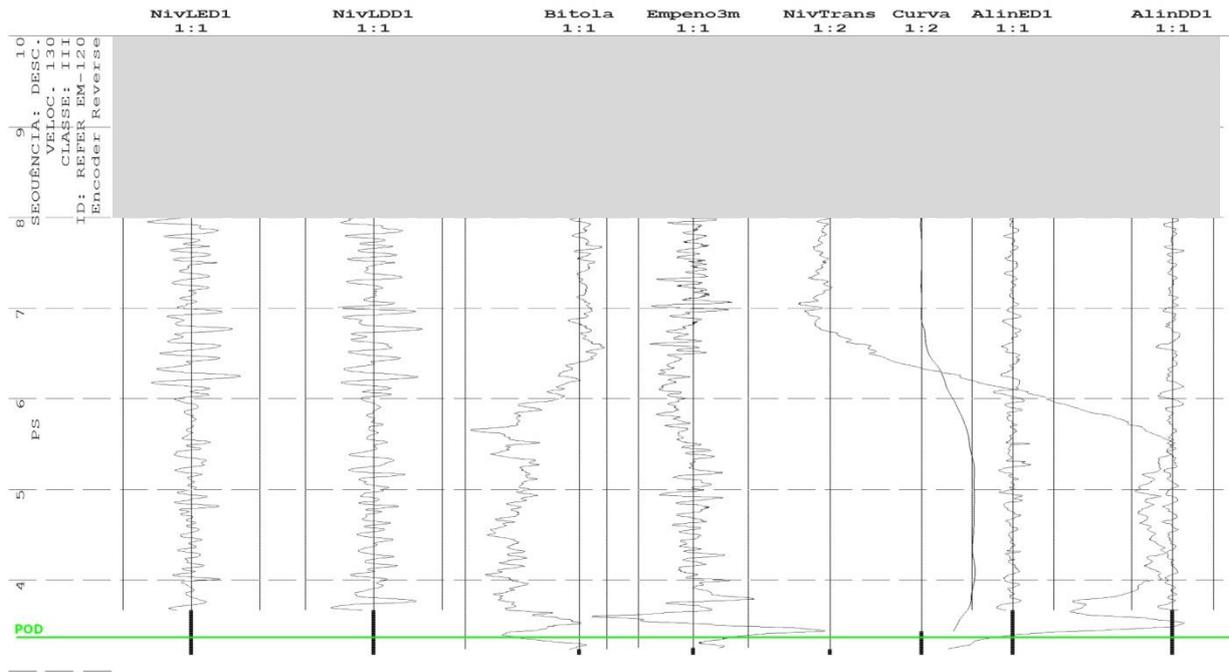


Figura 29: extrato do gráfico de parâmetros de via – equipamento EM-120

Na tabela seguinte, apresenta-se o resultado da aplicação da classificação de anomalias de acordo com o normativo técnico do gestor da infraestrutura²⁸ à geometria da via recolhida pelo EM-120.

Linha	Via	PK Início	PK Fim	Extensão [m]	Parâmetro	Amplitude Máxima [mm]	PK Amplitude Máxima	Classe de Velocidade	Tolerância Excedida
Linha do Norte	VD	221.380	221.379	2	Empeno3m	-13	221.379	III	Alerta
Linha do Norte	VD	221.362	221.357	5	Empeno3m	22	221.360	III	Ação Imediata
Linha do Norte	VD	221.349	221.339	10	Empeno3m	-29	221.344	III	Ação Imediata

Quadro 19: Registo das anomalias encontradas (medição EM-120)

De acordo com as velocidades praticadas no troço, para efeito de receção de trabalhos e de decisão sobre ações de manutenção, o GI considera este troço como sendo de Classe III – $120 < V \text{ [km/h]} \leq 160$.

A análise efetuada é feita em cumprimento das prescrições da IT.VIA.018 e incide sobre as tolerâncias de ação imediata (TAI) uma vez que “são de aplicação obrigatória” e o seu valor “corresponde ao valor do parâmetro geométrico que nunca deverá ser atingido. Caso o seja obrigará que o defeito em questão seja alvo de correção imediata ou que o respetivo troço seja sujeito a redução de velocidade ou interdição.”

De notar que nas curvas, a diferença entre o valor do nivelamento transversal e o seu valor de projeto não deverá exceder 20 mm.

Da análise ao último registo produzido pelo veículo EM-120 detetam-se dois troços em que os valores das amplitudes máximas medidas para o empeno numa base de três metros excedem os valores máximos admissíveis:

- Numa extensão de 5,50 metros, entre o PK 221+342,25 e o PK 221+347,75, estando o ponto de amplitude máxima da anomalia localizado ao PK 221+344,25 com um valor de -28,95 mm;

²⁸ REFER - IT.VIA.018 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via. Lisboa: 2009

- Numa extensão de 1,25 metros, entre o PK 221+359,50 e o PK 221+360,75, estando o ponto de amplitude máxima da anomalia localizado ao PK 221+360,00 com um valor de +22,15 mm;

Também, numa extensão de 14,5 metros, na curva de transição entre o PK 221+344,75 e o PK 221+359,25, existe uma anomalia na escala cuja diferença para o valor de projeto excede 20 mm. No ponto de amplitude máxima apresenta:

$$- 155,47 - (-103,52) = - 51,95 \text{ mm (2,60 vezes maior que 20 mm)}$$

A verificação dos parâmetros escala e insuficiência de escala é apresentado na tabela seguinte:

	Parâmetros de traçado [mm]		
	Máximo Registrado	Limites EN 13803	
		Normal	Excecional
Escala	155	180	205
Insuficiência de Escala	181	175	205

Quadro 20: Registo da escala e insuficiência de escala

Nos gráficos seguintes é feita a sobreposição de alguns parâmetros geométricos medidos pelo equipamento ligeiro (KRAB) e pelo equipamento pesado (EM-120).

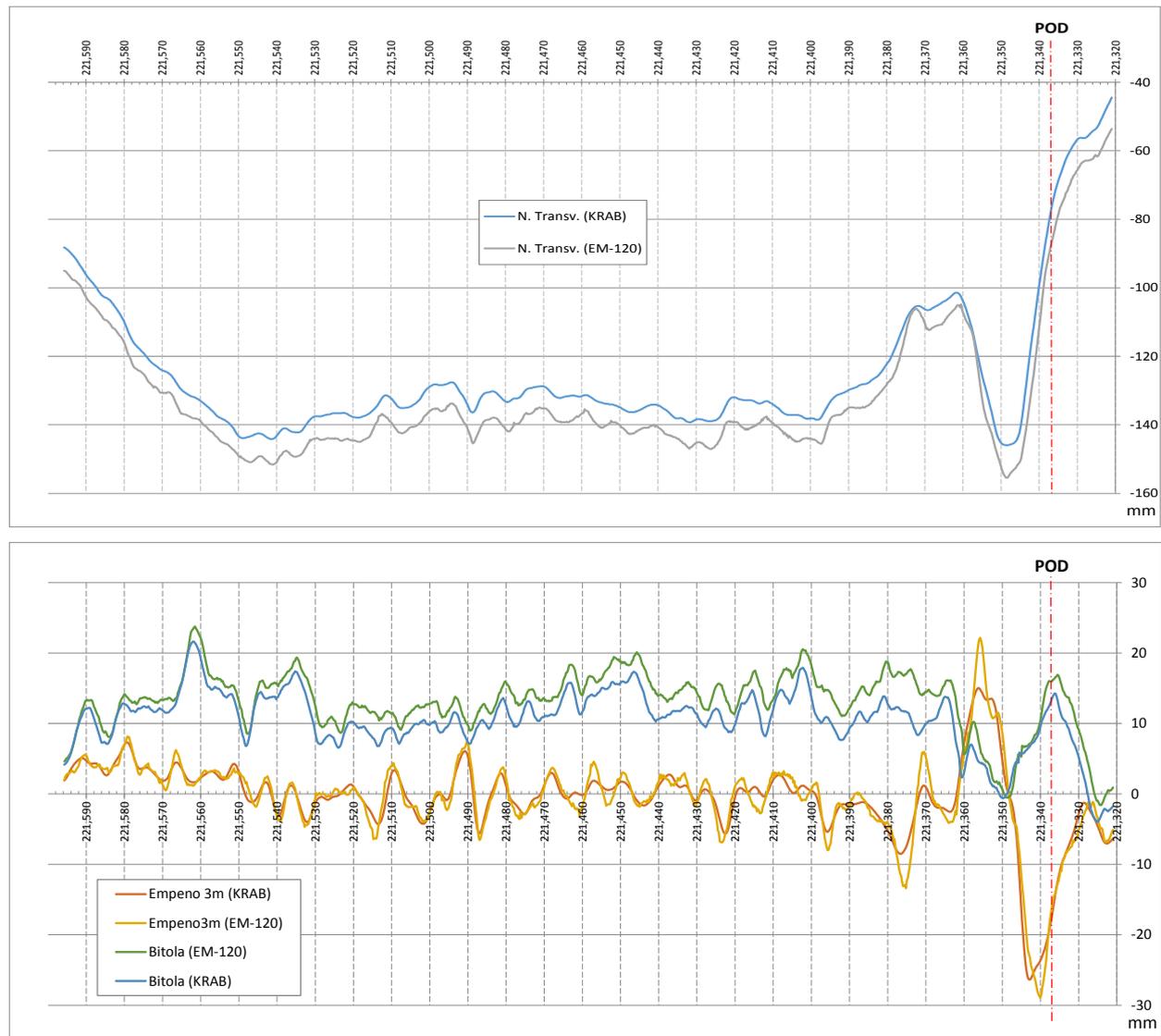


Figura 30: Sobreposição das medições feitas pelo KRAB e pelo EM-120 de alguns parâmetros geométricos da via

Após reajuste do referencial de origem da distância, que era ligeiramente diferente nas medições de ambos os equipamentos²⁹, pode constatar-se que existe uma boa concordância entre ambas as medições, diferindo essencialmente na amplitude dos valores, maior no equipamento pesado, como é natural.

Tendo a medição com o veículo EM-120 sido feita a uma velocidade muito reduzida (cerca de 20 km/h), portanto com o veículo em forte excesso de escala, tal tem tendência a carregar mais a fila baixa da curva. No entanto, considera-se que tal não afeta de forma relevante os valores obtidos e no presente relatório será dada primazia aos valores obtidos deste equipamento³⁰ por se considerar serem aqueles que melhor representam a via tal como sentida pelo material circulante, apenas recorrendo aos valores do KRAB quando relevante ou os primeiros não estejam disponíveis.

O GPIAAF também considera que as medições efetuadas correspondem às condições existentes imediatamente antes do descarrilamento, não se tendo identificado na minuciosa observação feita no local qualquer evidência ou indício que sugira que a geometria da via a montante do descarrilamento tenha sofrido alguma alteração na sequência deste, nem havendo razão plausível para que tal pudesse acontecer no que respeita às anomalias identificadas.

3.4.2.3. Manutenção da via

Considerando as anomalias na geometria da via registadas na medição feita pelos dois equipamentos, o GPIAAF recolheu os elementos necessários para efeitos da caracterização da última operação de manutenção ali realizada, a qual se constatou haver sido feita na véspera e ter consistido numa operação de nivelamento com ataque mecânico ligeiro. Antes dessa, a última operação de manutenção afetando os parâmetros geométricos da via havia sido feita em 06 e 07 de maio de 2015, consistindo de uma operação de nivelamento com depuração de balastro, numa extensão de dez metros.

a) Monitorização do estado da via e decisão de intervenção

O GI tem implementado um programa de monitorização da sua infraestrutura, o qual inclui o registo regular dos parâmetros geométricos da via através da passagem periódica do veículo EM-120 em toda a rede.

As três últimas inspeções realizadas antes da data do acidente (21-07-2016, 07-10-2016 e 16-12-2016) haviam identificado alertas para efeito de programação da manutenção da geometria da via no local, conforme se apresenta nas tabelas seguintes, as quais também indicam (na coluna “Tolerância Excedida”) a classe de tolerância excedida de acordo com o previsto no normativo técnico³¹:

Via	PK Início	PK Fim	Extensão (m)	Parâmetro	Amplitude Máxima (mm)	PK Amplitude Máxima	Classe de Velocidade	Classe de Velocidade Admissível	Tolerância Excedida
VD	221,350	221,348	2	Niv. Long. Dir. D1	-17	221,349	III	*****	Limite de Intervenção
VD	221,348	221,345	3	Empeno3m	18	221,347	III	*****	Limite de Intervenção
VD	221,341	221,339	2	Empeno3m	-13	221,340	III	*****	Limite de Alerta
VD	221,338	221,329	8	Empeno10m	-32	221,337	III	*****	Limite de Alerta

Quadro 21: Registo de anomalias encontradas, inspeção de 21-07-2016

²⁹ O que é natural atendendo às diferentes características dos equipamentos.

³⁰ Corrigidos no referencial de origem da distância pelos do KRAB, por se ter constatado este ser mais fidedigno, uma vez que foi verificado no local pelo GPIAAF.

³¹ REFER - IT.VIA.018 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via. Lisboa: 2009.

Linha	Categoria de via	Via	Activos via	PK Início	PK Fim	Extensão (m)	Parâmetro	Amplitude Máxima (mm)	PK Amplitude Máxima	Classe de Velocidade	Classe de Velocidade Admissível	Tolerância Excedida
Linha do Norte	Rede Principal	VD	Plena Via Coimbra B - Souselas	221,338	221,336	2	Empeno3m	-15	221,337	III	*****	Limite de Intervenção
Linha do Norte	Rede Principal	VD	Plena Via Coimbra B - Souselas	221,336	221,334	2	Niv. Long. Dir.D1	-16	221,335	III	*****	Limite de Alerta
Linha do Norte	Rede Principal	VD	Plena Via Coimbra B - Souselas	221,334	221,331	3	Empeno3m	17	221,333	III	*****	Limite de Intervenção

Quadro 22: Registo de anomalias encontradas, inspeção de 07-10-2016

Linha	Categoria de via	Via	Activos via	PK Início	PK Fim	Extensão (m)	Parâmetro	Amplitude Máxima (mm)	PK Amplitude Máxima	Classe de Velocidade	Classe de Velocidade Admissível	Tolerância Excedida
Linha do Norte	Rede Principal	VD	Plena Via Coimbra B - Souselas	221,341	221,338	3	Empeno3m	-19	221,339	III	*****	Limite de Intervenção
Linha do Norte	Rede Principal	VD	Plena Via Coimbra B - Souselas	221,338	221,335	2	Niv. Long. Dir.D1	-18	221,336	III	*****	Limite de Intervenção
Linha do Norte	Rede Principal	VD	Plena Via Coimbra B - Souselas	221,336	221,332	3	Empeno3m	18	221,335	III	*****	Limite de Intervenção

Quadro 23: Registo de anomalias encontradas, inspeção de 16-12-2016.

O regime de monitorização com meios pesados é complementado por inspeções mais frequentes de agentes no terreno, as quais contribuem para hierarquizar prioridades para as intervenções de manutenção necessárias.

Estas inspeções, sua periodicidade e consistência estão definidas no “Manual de Manutenção Preventiva Sistemática da Infraestrutura Ferroviária 2017-2021” do GI, de acordo com uma segmentação da rede ferroviária nacional que pretende assegurar que a manutenção seja orientada para a otimização do ciclo de vida dos ativos instalados e que estes contribuam para o desempenho esperado da infraestrutura.

Neste plano estão previstas inspeções embarcadas, as quais consistem na viagem periódica de trabalhadores do GI nas cabines de condução da unidade motora de comboios regulares, registando em formulário próprio as anomalias detetadas, incluindo as anomalias na via que, de acordo com a sua sensibilidade e experiência, sejam percebidas visualmente e da dinâmica do veículo ferroviário.

Para o local da anomalia, o plano de inspeções aplicável à data da intervenção era o ilustrado na figura seguinte, a qual indica também o seu cumprimento.

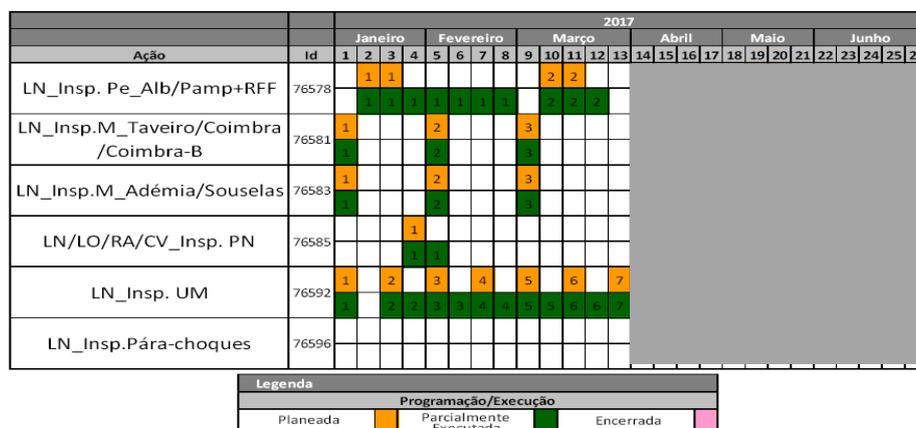


Figura 31: Extrato do plano de manutenção preventiva sistemática da Linha do Norte entre Souselas e Coimbra-B

Em cumprimento deste plano foi feita em 28-03-2017 uma inspeção por um trabalhador especializado do GI, em período diurno, num comboio regional de passageiros realizado por uma Unidade Tripla Elétrica³².

O trabalhador que efetuou a referida inspeção detetou na zona já identificada como “limite de intervenção”, uma anomalia na geometria de via, que assinalou no registo de inspeção (formulário “MPS - Inspeção em Unidade Motora”) como sendo uma anomalia no nivelamento e com necessidade de depuração de balastro, conforme o registo infra.

 Infraestruturas de Portugal		MPS - INSPEÇÃO UNIDADE MOTORA			AÇÃO SIGMA: 35193553			
LINHA: <i>Noite</i> SEGMENTO: ATIVO: <i>Remo via</i>		PKI: <i>148,000</i> PKF: <i>232,100</i> VIA: <i>D</i>		PLANO ID: ÓRGÃO RESPONSÁVEL: <i>COIT-Noite</i> UNIDADE DE ESTRUTURA: <i>I.R.0308</i> UNID. MOTORA/ N.º MARCHA:				
Pk da Anomalia		Parâmetros Geométricos		Ocupação gabarit		Outros		Observações
pkf	pkf	Alinhamento	Nivelamento	Vegetação	Terra/pedras	Sinalética	Etiquetagem	
<i>221,350</i>	<i>221,300</i>		<i>x</i>					<i>depuração</i>

Figura 32: Extrato do registo de inspeção de via em 28-03-2018

Segundo o trabalhador que efetuou a inspeção, no local da anomalia detetada o comboio circularia a uma velocidade próxima dos 100 km/h. Efetuou a deteção e o consequente diagnóstico, porque no comboio sentiu “um abaixamento lateral no lado da fila alta, em que o comboio torceu para o lado esquerdo no sentido da marcha, dando um safanão”, sendo no local visível no carril, nas travessas e no balastro, a *ascensão de finos* provenientes do solo argiloso que lhes está subjacente.

Este trabalhador da especialidade de via era conhecedor do local e habitualmente efetuava este serviço nos mesmos moldes ou a pé.

A anomalia foi assinalada entre os PK 221,350 e 221,300 com uma extensão de 50 metros. Todavia, é compreensível que os PK assinalados pelo trabalhador que efetua a inspeção não sejam exatos nessa altura, devido à avaliação ser feita em movimento e a via possuir marcação a cada hectómetro. Por ser considerado importante, o trabalhador ao detetar o defeito na infraestrutura telefonou para a sua hierarquia a reportar a situação que havia sinalizado.

No dia 30-03-2017 pela tarde, um supervisor de infraestruturas, deslocou-se ao local dos pontos quilométricos assinalados na ficha de inspeção para confirmar o diagnóstico que havia sido feito pela inspeção, verificando que se situava numa curva de transição para alinhamento reto. A sua avaliação da avaria de geometria de via confirmou visualmente a anomalia no local devido à colmatação do balastro por finos.

A avaria no local era recorrente e, segundo os registos facultados à investigação, já em janeiro de 2014 e maio de 2015 havia sido objeto de intervenções de nivelamento, as quais incluíam depuração de balastro.

³² Os reboques-piloto de uma UTE aplicam na via uma carga estática de cerca de 13 t por eixo, bastante aquém do máximo nominal de 22,5 t que pode ser aplicado na via. No entanto, este nível de carga é geralmente suficiente para identificar anomalias na geometria da via e deficiências nas condições de suporte das travessas.



Figura 33: Imagem de 2015, onde é patente a ascensão de finos naquele local, assim como restos de materiais depositados ao longo das valetas de escoamento prejudicando a adequada drenagem da via [imagem Google train view]

O supervisor de infraestruturas deslocou-se, ainda, para outro local nas proximidades deste (PK 222,020 em reta) que lhe havia sido assinalado para avaliação de anomalia similar. Após avaliação decidiu efetuar a correção de ambas no mesmo dia.

Conforme procedimento usual nestes casos, contactou o *call center* da empresa prestadora de serviços de manutenção para que fosse efetuada a ação corretiva de acordo com o contrato em vigor, combinando a intervenção para as 09:00 do dia seguinte (31-03-2017).

Pelas 21:30 do dia 30-03-2017, abriu no sistema informático do GI o registo de falha e solicitou ao CCO de Lisboa, o estabelecimento de uma limitação de velocidade (LV) a 10 km/h para proteção à realização dos trabalhos, aplicável aos comboios que circulassem na via descendente da Linha do Norte, entre as 09:00 e as 10:30 do dia 31-03-2017, período definido para a realização dos trabalhos.

De acordo com as declarações do interveniente, a duração programada para a intervenção foi a considerada necessária para o tipo de trabalho, não tendo sido condicionada por qualquer outro fator.

De acordo com o registo da falha aberto no CCO (n.º 21154194) para correção da anomalia detetada na inspeção de 28-03-2017, a avaria na geometria de via estaria localizada ao PK 221,320 e relacionada com uma deficiência de nivelamento de via. Teve início no dia 30-03-2017 pelas 21:30 e encerrou no dia 31-03-2017 pelas 10:23, após a conclusão dos trabalhos, conforme registo seguinte:

Dados Gerais da Falha 21154194	
Estado da Falha: Resolvida	Especialidade:
Data Inicio Falha: 30.03.2017 Hora Inicio Falha: 21:30	Tipo de Ocorrência:
Data Fim Falha: 31.03.2017 Hora Fim Falha: 10:23	Detalhe Ocorrência:
Resumo Ocorrência: LN. Defeito de nivelamento km 221,320 VD	Especialidade da Falha: Via
Ref. Externa:	Tipo Falha: Avaria na Geometria de Via
Criador: [REDACTED]	Detalhe Falha: Nivelamento Longitudinal
Causa: Falha Interna Via	Sist. de Origem: SIST. GESTÃO FALHAS

Figura 34: Extrato do registo da falha 21154194

b) Execução da intervenção

Para a realização do trabalho, o GI mobilizou uma equipa da empresa prestadora de serviços de manutenção, constituída por um chefe de equipa e por sete operários, acompanhada por um agente do GI com a categoria de supervisor de infraestruturas, o qual tinha por função acompanhar e fiscalizar os trabalhos.

A equipa tinha recebido previamente informação verbal sobre o tipo de trabalho a executar, a fim de poderem levar os equipamentos que sabem ser necessários para o efeito de acordo com a respetiva experiência.

Três dos trabalhadores da empresa prestadora de serviços de via, entre eles o responsável pela equipa, estiveram em exclusivo adstritos ao sistema de anúncio e aviso de aproximação das circulações, em conformidade com as regras aplicáveis, colocando-se um a montante e outro a jusante da frente de trabalhos, restando cinco trabalhadores para os trabalhos na via propriamente ditos.

Iniciando os trabalhos no local, o representante do GI e o chefe de equipa verificaram que existia ascensão de finos e localizaram as travessas nas quais era necessário intervir, segundo os registos e depoimentos recolhidos, entre os PK 221,340 e 221,354 num total de 14 metros lineares de via.

Segundo as declarações dos intervenientes recolhidas na investigação, os trabalhos constaram de:

1. Remoção de algum do balastro superficial contaminado pela ascensão de finos,
2. Elevação da via para a altura que entenderam ser correta com recurso a macacos manuais, a qual “*distorceram*”³³ visualmente entre dois pontos altos que escolheram,
3. Recolha de balastro limpo que se encontrava na banquetta lateral da via descendente, e sua colocação na zona de onde antes haviam retirado algum do balastro contaminado,
4. Ataque de cada travessa com quatro equipamentos vibradores portáteis³⁴ em simultâneo, primeiro no lado do carril exterior da curva e depois no lado do carril junto à entrevia.



Figura 35: Figura exemplificativa do trabalho de ataque ligeiro manual [imagem de arquivo - direitos reservados]

O início da reparação da falha acontece aquando do telefonema para o permanente geral de infraestruturas (PGI) às 09:06 a solicitar a LV para 10 km/h. A finalização dos trabalhos deu-se às 10:17, altura em que foi pedido o levantamento da LV que havia sido imposta aos comboios da via

³³ Termo da gíria dos operários de via que significa que alinharam o nível do carril entre aqueles dois pontos.

³⁴ O ataque ligeiro da via quando pontual ou em pequena extensão, é usual efetuar-se manualmente recorrendo a uma bita ou através de meios mecanizados recorrendo a equipamentos ligeiros que têm uma ação mecânica vibratória, conhecidos na gíria ferroviária como “matraquilhos” ou “cobras” (ver figura nesta página).

descendente. A partir desta hora a equipa de via deslocou-se para o PK 222,020 para outra intervenção nos mesmos moldes.

As evidências recolhidas na investigação atestam que não foram efetuadas medições à via antes da realização da intervenção corretiva nem no final dos trabalhos, tendo sido feita apenas verificação a olho nu e na passagem dos comboios enquanto durou a intervenção.

No intervalo de tempo que demorou a intervenção no local, passaram na via onde os trabalhos foram executados os comboios indicados na tabela seguinte.

Comboio	Composição	Hora de passagem pelo local (aprox.)
510	Composição tipo Intercidades (loc.+carruagens)	09:20
98204	Composição de mercadorias	09:27
4658/9	Unidade Tripla Elétrica	09:47
620	Composição tipo Intercidades (loc.+carruagens)	09:56

Quadro 24: Horas de passagem das composições no local da intervenção

A cada passagem dos comboios indicados, os trabalhadores da equipa procederam da seguinte forma:

- Ao ouvir o som do sistema de anúncio e aviso de aproximação de circulações os trabalhadores na frente de trabalhos baixavam os macacos de elevação da via;
- Retiravam as ferramentas que estavam a utilizar da zona de gabarito dinâmico do comboio que iria passar;
- Assumiam uma posição de segurança, para deixar passar o comboio que circularia a 10 km/h;
- Aguardavam que o comboio passasse na totalidade;
- Retornavam a executar as tarefas iniciais do trabalho, ou seja elevar a via, distorcendo visualmente entre dois pontos altos, reposição de balastro e conseqüente ataque ligeiro.

Antes da finalização da intervenção o último comboio havia passado no local há cerca de 20 minutos.

O chefe da equipa e o responsável do GI pelo acompanhamento e fiscalização do trabalho consideraram que o trabalho estava em condições e não viram necessidade de fazer qualquer correção, podendo a via ser restabelecida à exploração sem restrições.

No dia 05-04-2017 a documentação de registo da intervenção de manutenção foi carregada no sistema SIGMA.

Aquando da passagem do primeiro comboio após a conclusão dos trabalhos, que foi o comboio de mercadorias n.º 48894/5, com uma composição de 14 vagões, num total de 1211 toneladas e 300 metros de comprimento, já não estavam presentes no local nem a equipa do prestador de serviços nem o fiscal do GI.

Todos os intervenientes declararam que os trabalhos decorreram dentro da normalidade e que foram realizados em boas condições de luminosidade e de meteorologia.



Figura 36: Imagem de 02-04-2017 do local intervencionado, sendo visíveis na banqueta as travessas velhas e a obstrução das valetas de drenagem que já se verificava em 2015 (ver figura 33)

De uma forma global, a sequência e duração das ações de planeamento e execução da intervenção de manutenção são sintetizadas no esquema seguinte.

Data	28-03-2017	29-03-2017	30-03-2017	31-03-2017	01-04-2017
Horas	14:25 24:00	0:00 24:00	0:00 16:00 21:30 24:00	0:00 09:06 10:17 24:00	0:00 18:07 24:00
Ação	Inspeção		Avaliação no local Criação da falha	Trabalhos de MC	ACIDENTE
Tempo decorrido	<----- 49:35h ----->		< 5:30h > <---- 11:36h ---->	< 1:11h >	<---- 31:50h ---->
Tempo Total	<----- 67:52h ----->				

Quadro 25: Cronologia temporal dos eventos relacionados com a manutenção corretiva efetuada

c) **Utilização da via após a intervenção**

Foram identificados os comboios que no intervalo de tempo compreendido entre o final dos trabalhos às 10:17 do dia 31-03-2017 e até às 18:05 do dia 01-04-2017 (hora do acidente às 18:07) passaram pelo local, conforme se sintetiza na tabela seguinte.

Empresa de Transporte Ferroviário	Comboios	Comprimento veículos (metros)	veículos quantidade	peso (tara+carga) toneladas
Passageiros	60	7833,40	304	15334,30
Mercadorias	20	6239,76	339	17556,93
Total	80	14073,16	643	32891,23

Quadro 26: Comboios que passaram no local

3.4.2.4. Análise ao solo contaminante do balastro

Foram realizadas num laboratório acreditado análises de três amostras do material de contaminação do balastro recolhidas pelo GPIAAF na zona da intervenção. Efetuaram-se ensaios de “Expansibilidade” e de “Análise Mineralógica por Difractometria de raios X”.

Nos ensaios de expansibilidade da amostragem foi determinada a expansibilidade média de 10,87%.

A análise mineralógica permitiu identificar os seguintes compostos cristalinos:

Minerais em maior proporção:

- ✓ quartzo e feldspato potássico (possivelmente microclina);

Minerais em menor proporção:

- ✓ mica (ilite);
- ✓ caulinite;
- ✓ calcite;
- ✓ feldspato sódico (possivelmente albite) e
- ✓ esmectite (possivelmente montmorilonite).

Dos compostos cristalinos identificados, apenas este último – montemorilonite – é um mineral expansivo e aparece numa pequena proporção, mas que tem uma grande capacidade de absorção de água e resulta na expansibilidade média acima indicada.

Como se verifica pela análise mineralógica, os minerais que aparecem em maior proporção - quartzo e feldspato - são, juntamente com a mica (mineral argiloso), os minerais constituintes do granito que é a rocha ígnea ou magmática abundante no nosso país e a mais utilizada no fabrico de balastro para utilização na rede ferroviária nacional. A caulinite poderá resultar, eventualmente, da decomposição meteórica dos feldspatos.

Apesar de interdito na atualidade, também o calcário foi utilizado no fabrico de balastro com aplicação predominante na zona centro do país (proveniente da pedreira de Vale dos Ovos – Chão de Maçãs) pelo que não será de estranhar a presença de calcite na composição do solo analisado, uma vez que esta resulta essencialmente da meteorização do calcário.

De salientar que os solos da região de Coimbra são constituídos, sobretudo, por margas e calcários, resultando as margas do contato das argilas com o calcário.

As argilas são compostos de grão fino de pequena dimensão, inferior a 2 µm, produto da alteração de rochas silicatadas, sendo uma mistura de vários minerais - caulinite, ilite e montemorilonite - que adquirem plasticidade quando em contato com a água, e grande dureza após secagem. A expansão das argilas dá-se, assim, através da absorção de água. Estes minerais foram todos identificados na análise mineralógica pelo que estamos, indubitavelmente, na presença de argila.

Sem pretensões de rigor científico, pode afirmar-se que se trata de uma plataforma construída com/sobre solos argilosos.

A rotura da capacidade de suporte da plataforma estará na origem do fenómeno, relativamente comum, da ascensão de finos dos solos constituintes da plataforma, por efeito da ação de bombagem provocada pela passagem cíclica das rodas dos comboios, que, em mistura com os minerais provenientes da desagregação do granito constituinte do balastro utilizado, colmatam completamente os vazios deste fazendo com que perca a sua capacidade drenante, a sua elasticidade e também, por falta de apoio, a sua capacidade de suporte.

Deste fenómeno resulta a dificuldade na manutenção dos nivelamentos transversal e longitudinal da via, nomeadamente, escala e empeno.

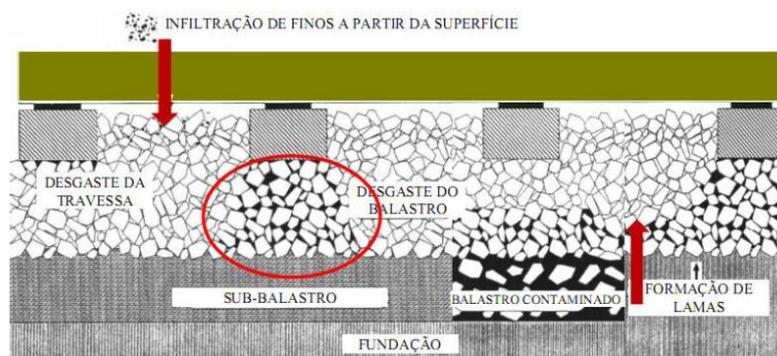


Figura 37: Ilustração das possíveis origens da colmatção do balastro com finos [Fortunato, 2005]



Figura 38: Diferença entre o balastro novo colocado no local após o restabelecimento da circulação e o balastro removido contaminado com finos

Na foto anterior, feita após a intervenção para reposição das condições de exploração depois do descarrilamento, é visível, em contacto com o balastro novo colocado, o balastro velho que se encontrava aplicado contaminado por agregação de material argiloso.

3.4.2.5. Carris

a) Verificação do desgaste do perfil transversal

As tolerâncias admissíveis para o desgaste do carril na operação estão definidas em termos de redução da área perdida da cabeça, desgaste vertical, lateral e respetivo ângulo, em função do tipo de carril, velocidade de circulação e cargas por eixo admissíveis.

Na tabela seguinte apresenta-se a comparação do valor máximo dos dados do perfil transversal de carril com os limites especificados na regulamentação³⁵.

Perfil Transversal do Carril - 04.04.2017					
Valores	Cabeça Perdida [%]	Desgaste Vertical [mm]	Desgaste Lateral [mm]	Ângulo de Desgaste [°]	Rebarba na Fila Alta [mm]
Máximo Registado	8	4	4	21	0
Tolerância de Ação Imediata	35	15	13	32*	1

* Tolerância de ação imediata considerada nos dados de inspeção recolhidos pelo EM-120. Difere do valor da IT.VIA.021 por o método de medição do ângulo ser diferente.

Quadro 27: Registo do perfil transversal do carril

Da análise ao registo do perfil transversal do carril conclui-se que os valores de desgaste da cabeça do carril estão dentro das tolerâncias definidas no normativo, pelo que estavam conformes para a normal operação ferroviária.

b) Verificação da sanidade interna

O GI também efetua regularmente a verificação da integridade interna do carril, com vista a determinar e caracterizar a existência de eventuais discontinuidades internas no material. Esta é feita com

³⁵ REFER - IT.VIA.021 – Tolerâncias de desgaste do perfil transversal do carril. Lisboa: 2009

equipamentos apropriados através de ultrassons, tirando partido do fenómeno de reflexão das ondas acústicas quando encontram obstáculos à sua propagação no interior do material devido a heterogeneidades ou descontinuidades na matéria.

O GI evidenciou os registos históricos da análise ao carril efetuada na zona de início do descarrilamento e por ele afetada, que se apresentam na tabela seguinte:

Data Insp.	Estado Inspeção	Cod. UIC	Desc. Cod UIC	Caract.	Medida	Falha	Afetação mm	Afetação %	Observações	Nº Defeito	Linha	PK	Via	Fila
20-03-2017	C/ Evolução	2223	2223 - Head-Checks		Vigiar c/ maior periodicidade		7000	10	Curva completa com HC.	14404	Linha do Norte	221331	VD	D
19-07-2016	Novo	2223	2223 - Head-Checks		Vigiar c/ maior periodicidade		6000	10		14404	Linha do Norte	221331	VD	D
19-07-2016	Novo	227	227 - Squat	Squat com fissura superficial	Vigiar c/ menor Periodicidade		60	5		14401	Linha do Norte	221315	VD	D
20-03-2017	S/ Evolução	227	227 - Squat	Squat com fissura superficial	Vigiar c/ menor Periodicidade		60	5		14401	Linha do Norte	221315	VD	D

Quadro 28: Registo das anomalias na zona relevante para o descarrilamento, 2016-2017

Todas as ocorrências detetadas incidem sobre o carril do lado esquerdo no sentido da marcha do comboio, fila alta da curva, sendo limitadas e estando a ser objeto da monitorização prevista no âmbito das atividades de manutenção.

Qualquer dos dois tipos de anomalias identificadas resultam de um fenómeno corrente designado em inglês *rolling contact fatigue*, por vezes traduzido para português por fadiga de contacto rolante.

Os *head-checks* são microfissuras na zona ativa da cabeça do carril, ocorrendo com alguma frequência nas filas altas das curvas (carril exterior) e podem ir de um milímetro a vários centímetros de extensão, normalmente na proximidade umas das outras e segundo um ângulo similar que depende do tipo de tráfego e velocidade predominantes.

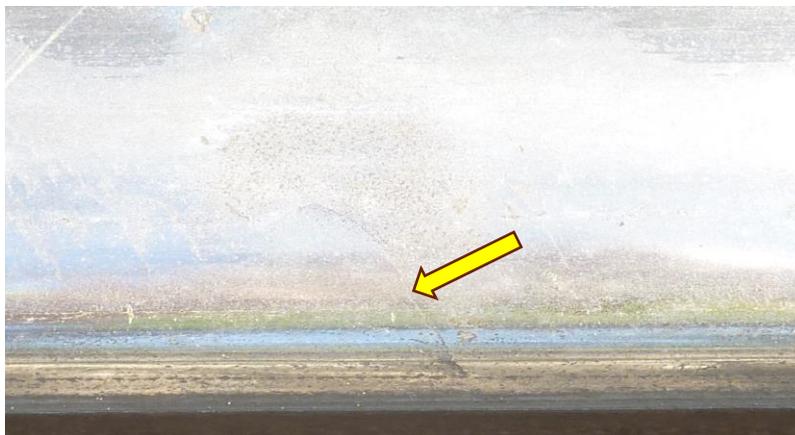


Figura 39: "Head-check" na mesa de rolamento

Os *squat* são pequenas deformações na mesa de rolamento do carril, normalmente provenientes de microfissuras originadas pela indentação de um pequeno detrito sob as rodas do material circulante ou pelo impacto anormal destas; a sua evolução associada a infiltração de água na fissura resulta na propagação gradual de uma fenda na direção perpendicular ao eixo principal do carril.

No local do acidente, entre os carris fraturados como resultado da violência do descarrilamento do material circulante, foi encontrada uma secção de fratura de carril (junto a uma soldadura) que apresentava evidências de significativa fissuração por "*squat*", zona esta que estava devidamente tratada com duas barretas especiais que também fraturaram pelo impacto do material circulante.

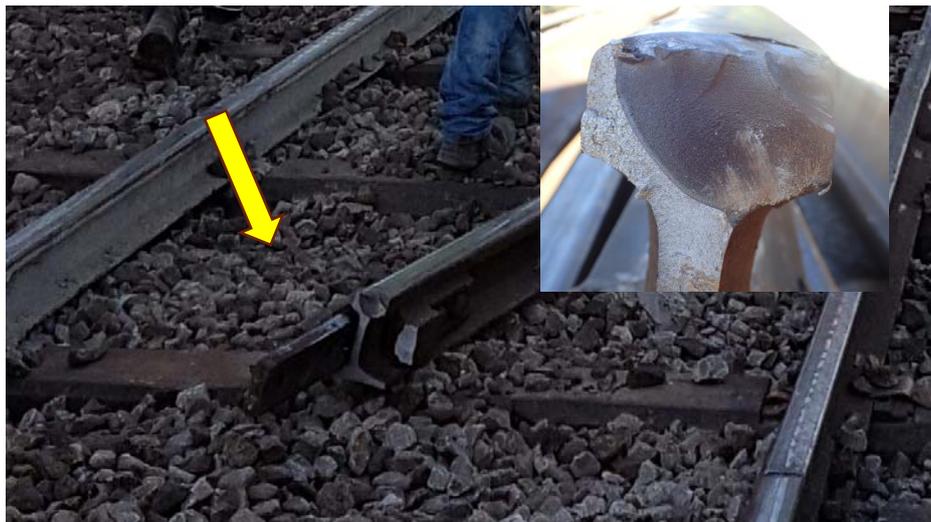


Figura 40: fratura na zona reforçada com barretas, evidenciando secção de carril com "squat"

Não foi evidenciado pelo GI o registo da aplicação das barretas no carril, nem a sua localização exata. No entanto, a aplicação das barretas na zona do *squat* visa garantir que a fila de carril mantém as características requeridas para a operação ferroviária normal, retardar a propagação da fissuração e mitigar os efeitos de uma fratura integral da secção, a qual, a dar-se, passa a funcionar como uma junta clássica, portanto, não colocando em causa a segurança.

3.5. Documentação das ações relativas ao sistema de exploração

3.5.1. Circulação do comboio

Os registos relativos à circulação do comboio n.º 95204/5 do dia 01-04-2017 foram feitos em conformidade com os termos regulamentares através da *graficagem* automática de comboios (GAC)³⁶.

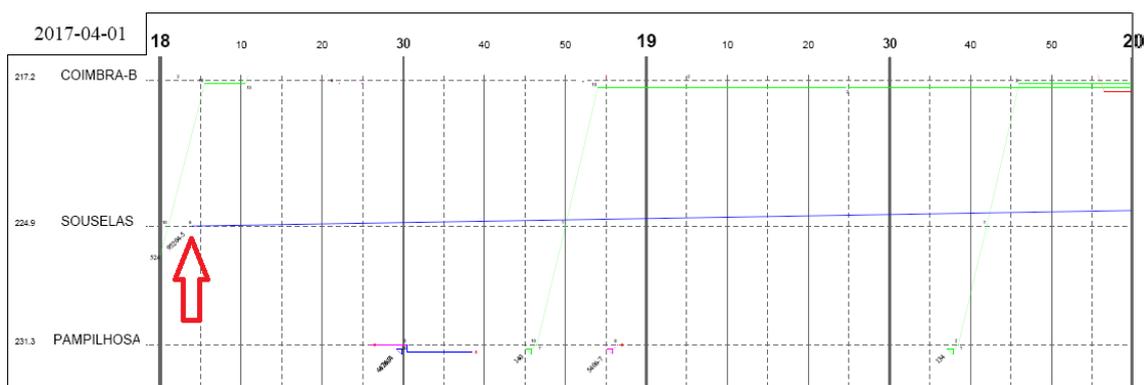


Figura 41: extrato do gráfico regulado do dia 01-04-2016 referente ao troço Pampilhosa Alfarelos

Na figura anterior está assinalado o comboio n.º 95204/5, que partiu da estação de Souselas às 18:04 com nove minutos de atraso em relação à hora prevista no seu horário, devido a ter cedido a passagem

³⁶ Conforme Regulamento Geral de Segurança III (Circulação dos comboios), anexo 4, ponto 7.3.

ao comboio intercity n.º 524 que circulava à passagem da estação de Souselas com dez minutos de atraso.

Da documentação em posse da tripulação estava a marcha prevista do comboio n.º 95204/5, elaborada pelo gestor da infraestrutura a partir de plataforma informática, sendo esta uma marcha especial para a data e hora nela inscrita com os pressupostos referentes a carga e comprimento do comboio que serviram de base ao cálculo dos tempos de trajeto nela inscritos³⁷.

Esta marcha, de entre outras indicações, indica que foi feita para um comboio tracionado por uma locomotiva da série 4700, rebocando uma composição com 200,6 metros de comprimento e uma carga para a locomotiva de 300,0 toneladas.

Comboio N° 95204/95205 - 52 - Nacionais Bloco - Cimento									
Validade 01-04-2017									
Dependências		Material Motor		Carga	Comprimento Total		Freio		Veloc. Máxima
SOUSELAS		LOC 4700		300	200.6		Ar Comprimido		T-100
Distância Total : 397.02 Km					Tempo Total : 06:20:00				
P.K.	Dist. Intrm.	Estações e Apeadeiros	Tempo Conc.	Marg. Sup.	Horas de Paragem			Indicações Especiais	
					Chegada	Téc.	Com.		
225.0	7.7	SOUSELAS	6.5					17:55:00	
217.3		COIMBRA-B						18:01:30	

Figura 42: Extrato da marcha do comboio

Estava, também, em posse da tripulação o Boletim de Composição e Frenagem (BCF), documento que fornece as indicações necessárias à tripulação para que, de acordo com os valores nele inscritos, possa atuar inserindo, de entre outros, os dados da composição no sistema de controlo automático de velocidade.

CP - BOLETIM DE COMPOSIÇÃO E FRENAGEM				Data		N° da circulação			
				01-04-2017		95204/95205			
Evolução da composição no trajeto			Freio automático			Freio de estacionamento			
Local (Estação, Ramal, plena via)	N° veículo	Carga bruta rebocada (ton)	Exigido	Realizado		Exigido	Realizado		
			(%)	Valor (ton.)	(%)	(%)	Valor (ton.)	(%)	
1 SOUSELAS	21	1078,95	69	803	74	8	298	27	
Local (Estação, Ramal, plena via)	Número de veículos	Comp. comb. (m)	Convel						
			Cat. comboio	Vel. máxima	Comp. (L)	Temp. reac. freio	Acel. frenag.	KPa	
Composição comb.	SOUSELAS	21	303,08	1	100	4	12	0,6	100

Figura 43: Extratos do BCF do comboio

As significativas diferenças constatadas entre os pressupostos da marcha estabelecida para o comboio e a composição real deste não são relevantes para a ocorrência.

Por fim, a tripulação detinha também o "Check List" da preparação do comboio (documento do SGS do operador ferroviário) que é preenchido pelo operador de apoio do comboio onde se confirma que efetuou as verificações e ensaios aos vagões da composição.

³⁷ Conforme Instrução Técnica n.º 10 (Numeração dos comboios), ponto n.º 9 e conforme a Instrução Complementar de Exploração Técnica n.º 110/09.

3.5.2. Pós-acidente

Após o descarrilamento a tripulação estabeleceu regulamentarmente o modelo de “Aviso de Acidente”³⁸ (Mod. 11-107) com o n.º 7784, pedindo socorro (neste caso ferroviário) e a suspensão da circulação nas duas vias da Linha do Norte devido ao material descarrilado se encontrar a obstruir ambas as vias.

Após informação sobre o acidente pela tripulação, o CCO suspendeu a circulação em ambas as vias no troço entre Coimbra-B e Souselas.

De notar que em consequência do descarrilamento, aconteceu o derrube de postes que suportam a estrutura de catenária que alimenta eletricamente os comboios, ficando estes elementos em contacto com a terra. Este acontecimento originou a ativação das proteções automáticas inerentes ao sistema elétrico visado, com conseqüente desarme do disjuntor da subestação de tração elétrica de Alfarelos que protege aquele sector³⁹ (Alfarelos – Curia / Pampilhosa), ficando a locomotiva sem energia.

Os disparos do disjuntor da subestação de tração elétrica de Alfarelos, num total de três, ocorreram de forma automática. Inteirando-se o Telecomando da Catenária (PRT) do que estava a acontecer (o descarrilamento do material circulante), após informado pelo comando da circulação, seccionou⁴⁰ remotamente a catenária através de um corte de corrente urgente⁴¹, forma a proteger o local do acidente.

3.6. Interface homem/máquina/organização

Nesta secção descrevem-se os aspetos relacionados com fatores humanos que foram apurados e considerados relevantes para a ocorrência.

3.6.1. Pessoal do gestor da infraestrutura

O representante do GI que acompanhou e fiscalizou a intervenção tinha a categoria de supervisor de infraestruturas, sendo da especialidade de via desde 1989 e estando na categoria desde 2006.

Trabalhou nas funções de fiscalização desde o início do presente contrato de manutenção em 2011.

Pode-se considerar que tinha experiência significativa no acompanhamento do tipo de trabalho em realizado, devendo ter o conhecimento necessário a um adequado acompanhamento da intervenção e seu controlo final.

3.6.2. Pessoal do prestador de serviços

A experiência dos trabalhadores da equipa do prestador de serviços que realizou a intervenção encontra-se sintetizada no quadro seguinte:

³⁸ O Modelo de “Aviso de Acidente” consta do Regulamento Geral de Segurança III (Circulação dos Comboios), anexo 1, ponto n.º 10, é utilizado sendo estabelecido pelo pessoal dos comboios para registar e comunicar, neste caso com o CCO, a necessidade de socorro através do Pedido de Socorro e o aviso de detenção do comboio informando o local exato da detenção.

³⁹ Sector - É o troço de catenária compreendida entre uma subestação e uma zona neutra ou entre uma Subestação e o fim de linha eletrificada.

⁴⁰ Seccionar a catenária – desligar a tensão elétrica entre pontos no sistema em que tal é possível.

⁴¹ Corte de tensão urgente – Corte de tensão não programado.

Chefe de equipa	Categoria: Arvorado Formação ferroviária para encarregados e chefes de equipa, Externa, 2004 Formação Definições Gerais de Via, Interna, 2013 (2 dias) Experiência em trabalhos de via diversos desde 1988
Trabalhador A	Categoria: Oficial Principal Formação Trabalhos em Via, Interna, 2013 (1 dia) Formação Definições Gerais de Via, Interna, 2013 (2 dias) Experiência em trabalhos de via diversos desde 1992
Trabalhador B	Categoria: Oficial Principal Formação Definições Gerais de Via, Interna, 2013 (2 dias) Experiência em trabalhos de via diversos desde 1995
Trabalhador C	Categoria: Chefe de equipa Formação Definições Gerais de Via, Interna, 2013 (2 dias) Realiza trabalhos de via diversos desde 2000
Trabalhador D	Categoria: Oficial Vias Férreas 1. ^a Não há evidência de formação formal em via. Experiência em trabalhos de via diversos desde 2001
Trabalhador E	Categoria: Auxiliar Montagem de Via Não há evidência de formação formal em via. Experiência em trabalhos de via diversos desde 2014
Trabalhador F	Categoria: Auxiliar Montagem de Via Não há evidência de formação formal em via. Realiza trabalhos de via diversos desde 2015
Trabalhador G	Categoria: Auxiliar Montagem via férrea / Oficial Vias Férreas 2. ^a Não há evidência de formação formal em via. Realiza trabalhos de via diversos desde 2015

Quadro 29: Dados gerais dos trabalhadores da equipa que realizou a intervenção

Todos tinham formação *on the job* (não documentada) em trabalhos de via e formação significativa em segurança, quer no trabalho de construção civil em geral, quer em trabalhos ferroviários.

Aquela equipa de trabalho, no âmbito do contrato de manutenção em vigor, realiza diversos tipos de trabalho, com tecnicidades variáveis, desde intervenções corretivas da geometria da via, a desmatações.

Pode-se considerar que a equipa, globalmente, tinha experiência suficiente no tipo de trabalho realizado.

As evidências testemunhais recolhidas na investigação sugerem que, da formação recebida e, principalmente, dos anos de experiência, os elementos mais graduados da equipa têm um bom entendimento sobre o mecanismo de degradação da via no local e suas consequências, mas que existem lacunas quanto à compreensão dos mecanismos subjacentes ao método de reparação e às diferenças entre realizar o trabalho em troços de via com nivelamento transversal constante ou em curvas de transição, as quais não foram colmatadas a nível organizacional por procedimentos de trabalho específicos e formação dedicada àquele tipo de trabalhos.

3.7. Ocorrências de carácter semelhante

Embora haja registos de descarrilamentos em troços de curva de transição e com o mesmo tipo de material circulante, no âmbito da investigação não foi possível identificar ocorrências anteriores com características específicas similares e que sejam relevantes para a investigação.

Página propositadamente deixada em branco

4. ANÁLISE E CONCLUSÕES

4.1. Relatório final da cadeia de acontecimentos

Face à análise das evidências recolhidas, o GPIAAF estabeleceu como sequência de eventos mais provável para o descarrilamento a seguinte:

No dia 31 de março de 2017, entre as 09:06 e as 10:17, foram executados trabalhos de manutenção corretiva de uma anomalia na geometria da via, entre os PK 221,340 e 221,354 da via descendente da linha do norte, num total de 14 metros lineares, troço de via este inserido numa transição entre curva circular e reta.

Estes trabalhos compreenderam a remoção parcial de balastro contaminado por finos, o levantamento da via para o nível pretendido e o ataque com balastro limpo com recurso a meios mecanizados ligeiros. No final, a equipa de trabalho deu a intervenção por concluída e a mesma foi aceite pelo representante do gestor da infraestrutura, com base no trabalho executado e no controlo visual feito, sem que tivessem sido realizadas as medições à geometria da via previstas no normativo, nem sido visualizado o seu comportamento à passagem do primeiro comboio após a intervenção.

Após a conclusão dessa intervenção, com a passagem de comboios que se lhe seguiu a via foi-se deformando a um ritmo de progressão indeterminado, e de forma inesperada e não detetada.

No dia 01-04-2017, pelas 18:07, o comboio de mercadorias com o n.º 95204/5 circulava à velocidade de 95 km/h no troço de via que havia sido objeto de intervenção na véspera, quando ao PK 221,337 as duas rodas do lado esquerdo do primeiro *bogie* do 2.º vagão sobem a cabeça do respetivo carril, descarrilando para o lado exterior da curva alguns metros adiante.

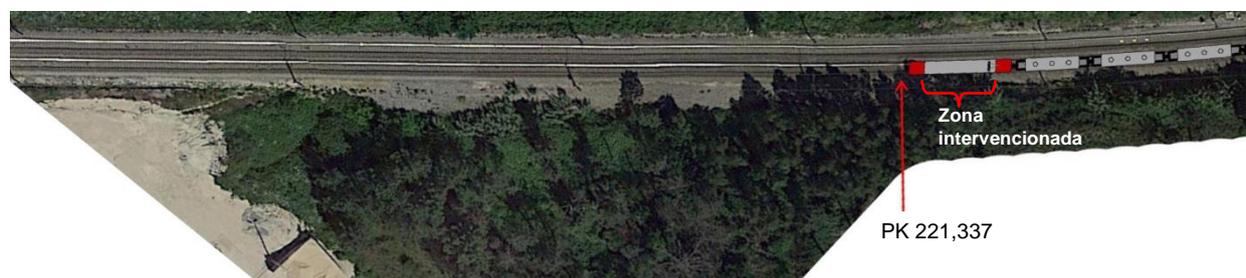


Figura 44: Ilustração da aproximação do comboio ao ponto de início do descarrilamento



Figura 45: Ilustração da posição do comboio no momento de início do descarrilamento.

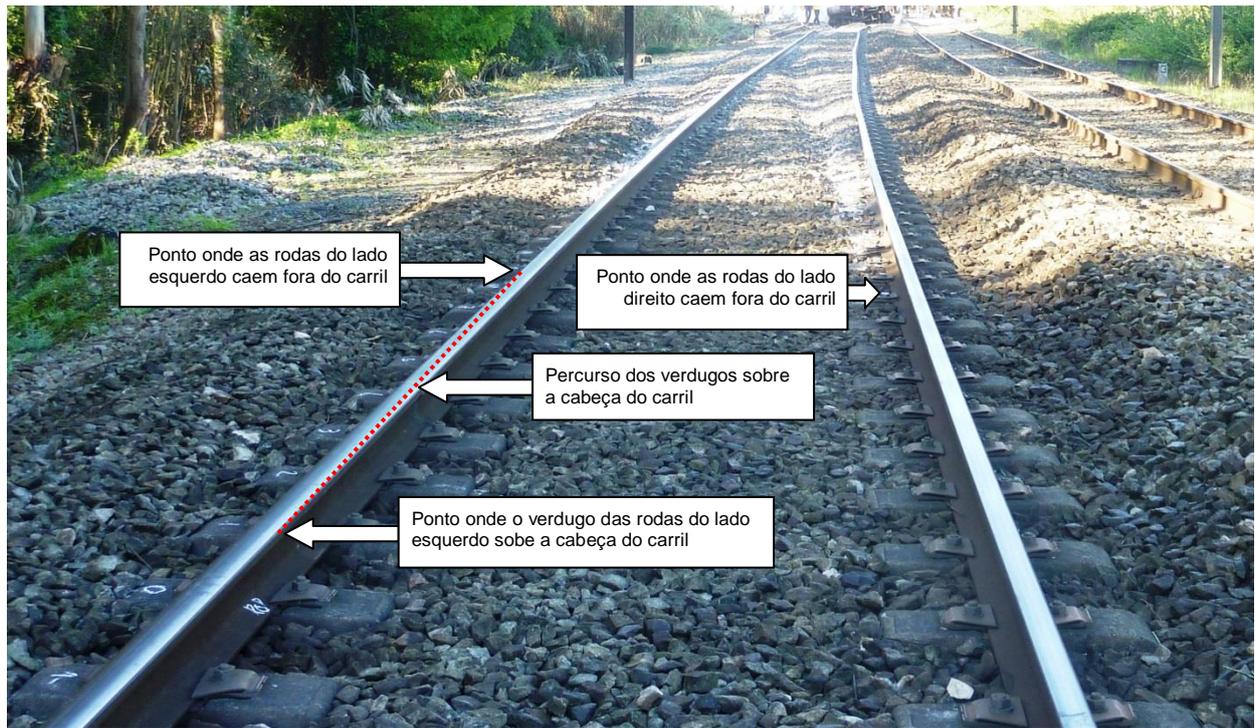


Figura 46: Marcas do início do descarrilamento

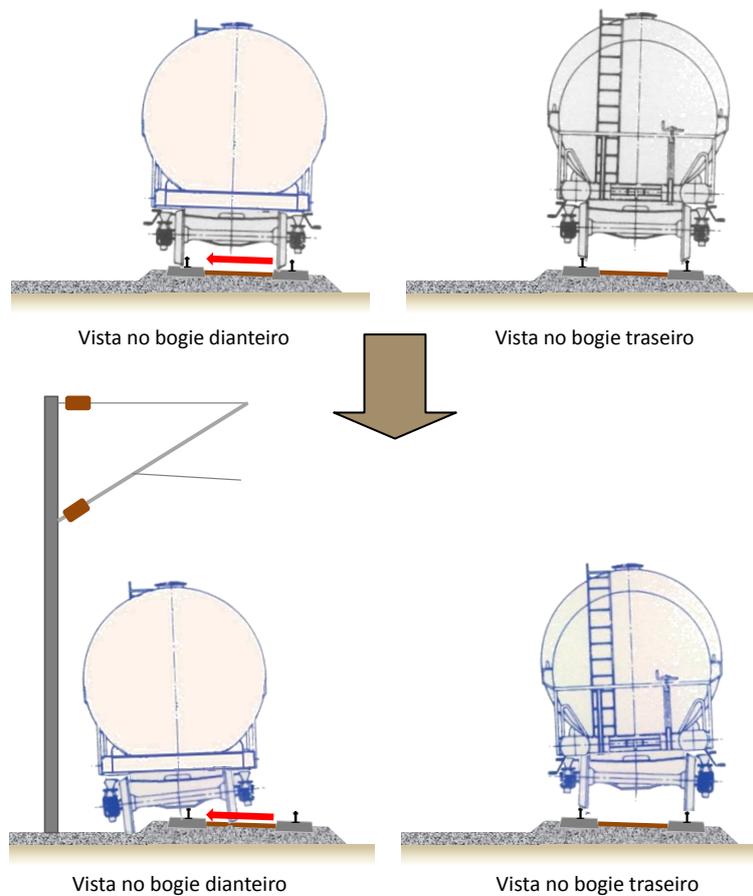


Figura 47: Ilustração da evolução da posição do vagão descarrilado após o início do descarrilamento

O bogie descarrilado prossegue gradualmente para o extradorso da curva, até a face interior das duas rodas do lado direito encostarem ao carril esquerdo, o qual guia então a sua trajetória durante alguns metros.

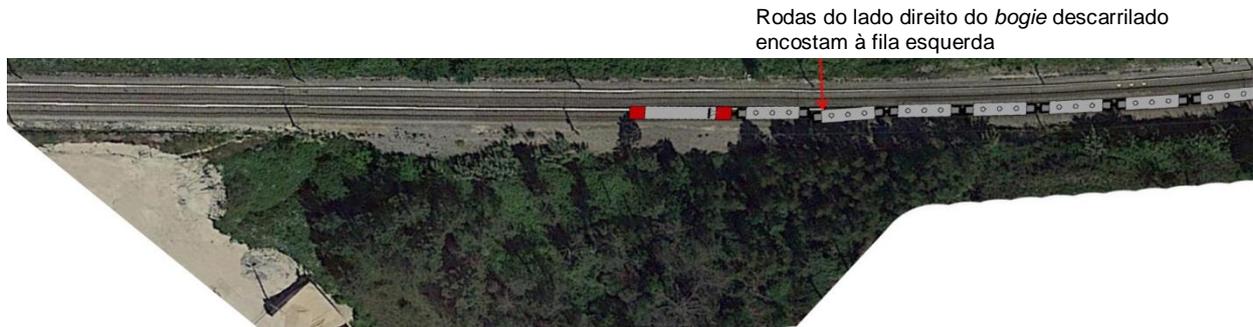


Figura 48: Ilustração da posição do comboio quando as rodas do vagão descarrilado encostam à fila esquerda

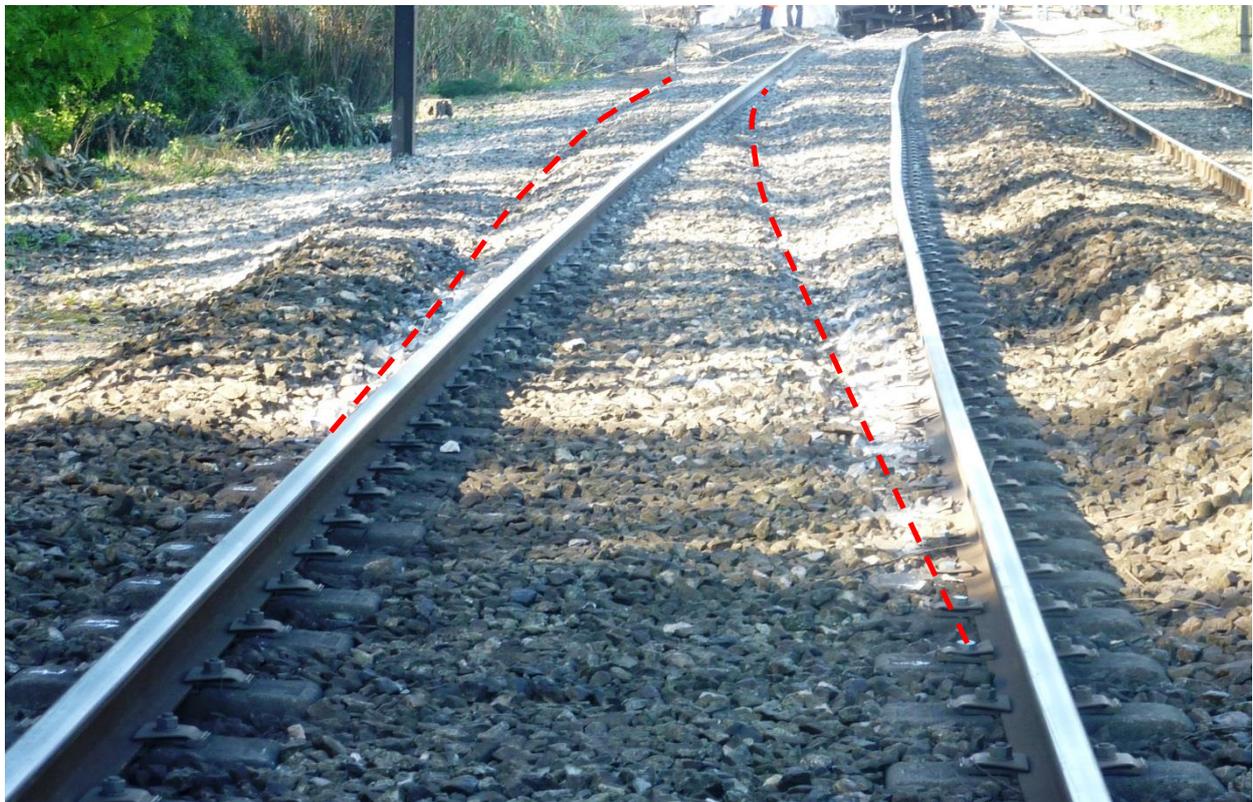


Figura 49: Trajetória das rodas do bogie descarrilado no balastro até as rodas do lado direito encostarem à fila esquerda

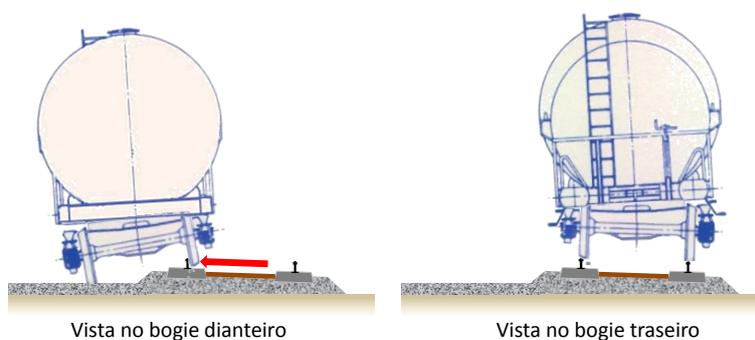


Figura 50: Ilustração da posição do vagão descarrilado quando as rodas encostam à fila esquerda

Seguindo as rodas do lado direito do *bogie* descarriladas e em movimento bastante irregular sobre as travessas e fixações do lado interior do carril esquerdo, causam a sua destruição parcial pelas forças significativas e anormais. Pelo movimento vertical irregular devido ao galope sobre as travessas e ou por o carril ter torcido parcialmente pela elevada força lateral exercida pelas rodas do lado direito devido à importante inclinação do vagão, estas galgam o carril, perdendo assim o guiamento precário que ainda mantinham. Em simultâneo, devido ao elevado esforço a que naquelas circunstâncias estava sujeita, partiu-se a haste do gancho de engate do 1.º vagão da composição que assegurava a ligação com o vagão descarrilado.

Rodas do lado direito do *bogie* descarrilado galgam a fila esquerda e o engate rompe.



Figura 51: Ilustração da posição do comboio quando as rodas do vagão descarrilado galgam a fila esquerda e o engate rompe

Ato contínuo e como consequência destes acontecimentos, o vagão afasta-se subitamente da trajetória do comboio em que se inseria. Por esse efeito ocorre a separação da conduta geral de freio do comboio, despoletando assim a frenagem na composição. De imediato, com a resistência provocada pelo início da frenagem, o vagão é empurrado pelos vagões que se lhe seguem para fora do alinhamento da via, embatendo praticamente de frente com o poste de catenária 221-12, o qual foi arrancado da sua fundação e levado à frente do vagão. Na sequência destes eventos, que duraram uma fração de segundo, a tripulação apercebeu-se da anormalidade, acionando o maquinista a frenagem de emergência. Desde o início do descarrilamento até este momento decorreram cerca de dois segundos e meio.

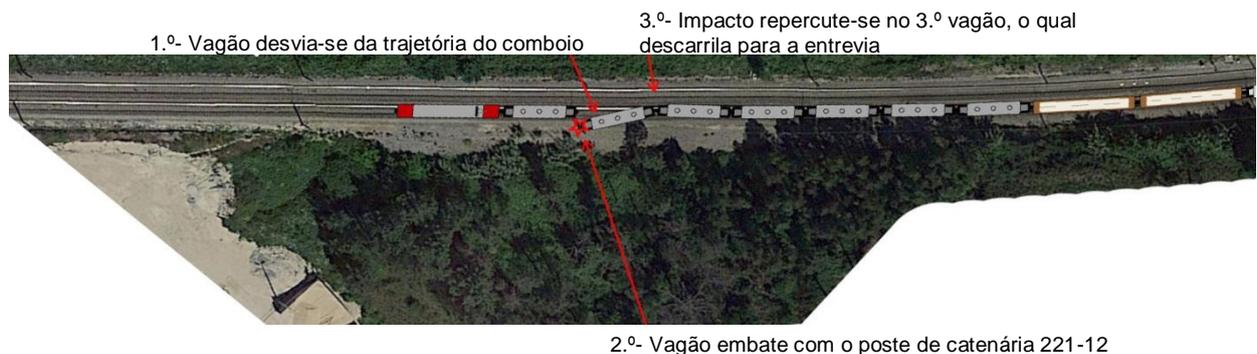


Figura 52: Ilustração da posição do comboio quando o vagão descarrilado embate no poste de catenária

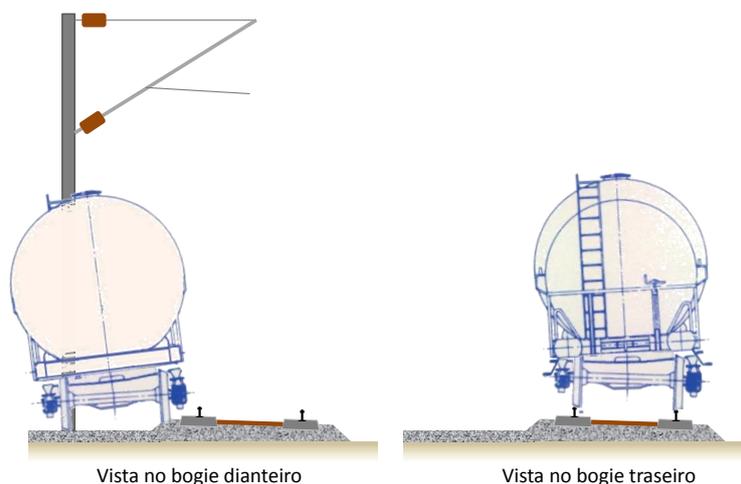


Figura 53: Ilustração da posição do vagão descarrilado quando a sua dianteira embate no poste de catenária 221-12

A força do embate no poste de catenária repercutiu-se naturalmente no vagão seguinte (3.º vagão), levando a que, muito provavelmente nesse momento, esse descarrilasse o seu primeiro bogie para o lado da entrevia, quebrando também o engate entre ambos.

O facto de esse vagão ter descarrilado para a entrevia assegurou-lhe algum guiamento que manteve a sua trajetória no alinhamento geral da via-férrea, embora impactando sucessivamente na cabeça das travessas da via ascendente, deformando-a significativamente.

Já o vagão com o qual o descarrilamento se iniciou, prosseguiu a sua marcha no terreno devido à energia que trazia e ao empuxe da composição que se lhe seguia, impelindo o poste de catenária à sua frente a charruar o terreno.



Figura 54: Ilustração da posição do comboio e do vagão descarrilado após embate deste no poste de catenária

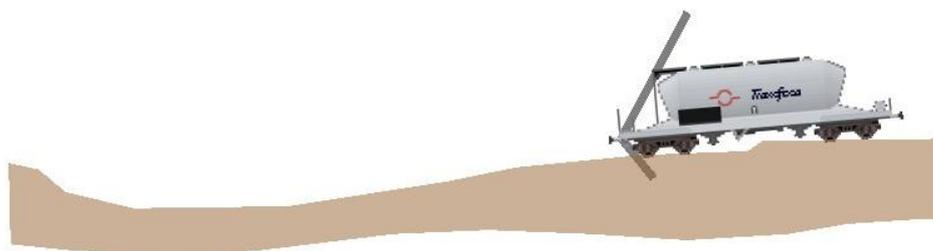


Figura 55: Ilustração do vagão descarrilado arrastando o poste de catenária 221-12

É provável que devido à resistência cada vez maior ao avanço deste vagão provocada pelo poste de catenária rasgando o chão, aliada ao seu enviesamento cada vez maior, à considerável energia que trazia e ao empuxe da composição que se lhe seguia, o vagão tombasse subitamente, separando-se do seu bogie da frente, cuja porca de fixação foi arrancada do respetivo parafuso de ligação cortando os seus filetes, bogie este que acabou sozinho o seu movimento parcialmente enterrado no terreno.



Figuras 56 e 57: Ilustração do enviesamento gradual e tombo do vagão

Neste processo, a caixa do vagão rodou em torno dos seus eixos longitudinal e vertical, enrolando-se nos cabos da catenária. É também provável que nesta sequência se tenha fraturado e arrancado uma parte do carril da fila alta da curva.



Figura 58: Ilustração da rotação do vagão tombado

O movimento descontrolado da caixa do vagão conduziu-a a uma vala, ficando com a sua parte inferior virada para cima e com o poste de catenária deformado segundo a configuração do topo do vagão próximo da sua extremidade que originariamente estava orientada para sul, a qual ficou no final orientada para norte.



Vagão acaba movimento de rotação numa vala

Figura 59: Ilustração do movimento e posição do primeiro vagão descarrilado até queda na vala, e do comboio e demais vagões descarrilados

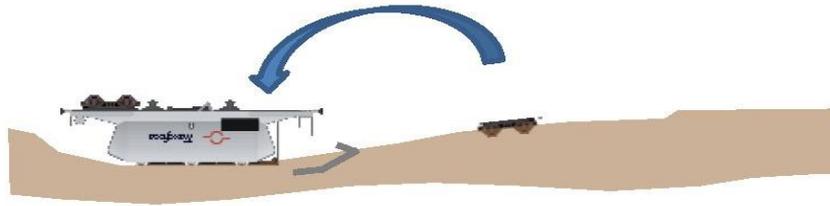


Figura 60: Ilustração do movimento do 1.º vagão descarrilado até queda na vala.

Finalmente o vagão tombou lateralmente, terminando o seu movimento.

Entretanto, a restante composição continuou o seu movimento ainda engatada ao vagão que circulava descarrilado na entreevia, até que a ação conjugada da progressiva destruição da via descendente, da resistência provocada pela circulação sucessiva dos vagões descarrilados, e da falta de guiamento, levou a que os cinco vagões Uacs tombassem sucessivamente, dois deles formando a típica disposição de harmónio neste tipo de descarrilamentos, imobilizando-se progressivamente o conjunto.



Figura 61: Ilustração da posição final dos vagões descarrilados e restante composição

Esta sequência teve a duração total de aproximadamente dez segundos desde o momento em que se iniciou o descarrilamento até que a composição descarrilada se imobilizou.

Enquanto isto, a locomotiva e o primeiro vagão da composição circularam durante cerca de 30 segundos em frenagem de emergência até se imobilizarem a cerca de 563 metros do local onde se separaram da restante composição.



Figura 62: Imagem da posição final dos vagões descarrilados e indicação da sua ordem original na composição.
[GPAAAF sobre imagem SIC]

4.2. Debate

4.2.1. O comportamento do material circulante

4.2.1.1. Devido à geometria da via no local

A experiência e os estudos teóricos desenvolvidos ao longo de mais de um século demonstraram que praticamente todos os parâmetros geométricos de via têm influência na resposta dos veículos ferroviários, em particular algumas combinações. A EN 13848-5⁴² sistematiza a influência predominante de cada parâmetro neste domínio, conforme se segue.

Parâmetros de via	Resposta do veículo				
	Forças transversais (Y)	Forças verticais (Q)	Acelerações transversais	Acelerações verticais	Relação Y/Q
Bitola	X				X
Nivelamento longitudinal		X		X	X
Empeno/Escala		X	X		X
Alinhamento	X	X	X		X

Quadro 3: Relação entre os parâmetros geométricos de via e a resposta do veículo

Para favorecer a perceção do estado da via à data do acidente, com base nos valores dos parâmetros de via adquiridos pelo veículo EM-120 e pelo KRAB, fez-se a representação gráfica dos valores teórico e real dos parâmetros alinhamento e nivelamento transversal na curva onde o descarrilamento ocorreu, indicando-se igualmente a zona intervencionada.

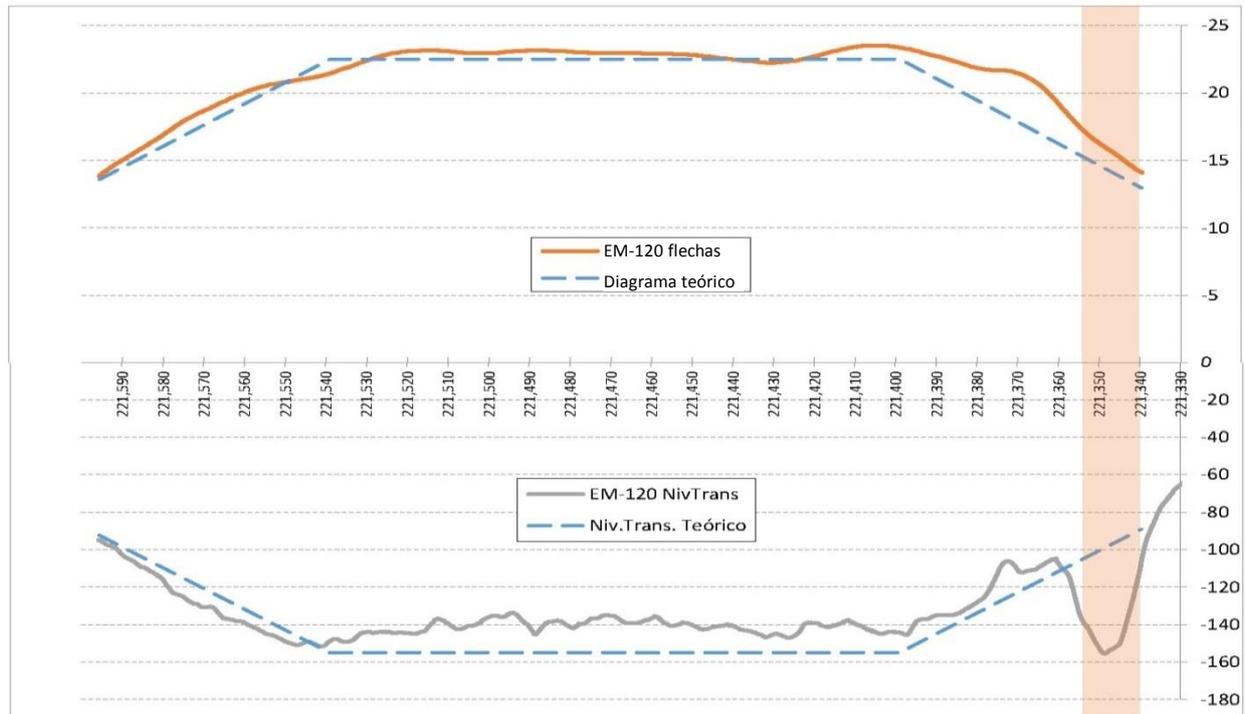


Figura 63: Representação do diagrama de flechas da curva (metade superior do gráfico) e do nivelamento transversal (metade inferior do gráfico). A zona intervencionada em 31-03-2017 está sombreada.

⁴² Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line.

Analisando em conjunto o traçado da curva e o nivelamento transversal, desde logo se constata que na curva de transição de saída não existe a necessária proporcionalidade entre a curvatura e a escala, o que tem reflexos na dinâmica e conseqüente estabilidade dos veículos.

No que respeita especificamente ao traçado, pode verificar-se uma deficiente ligação da curva circular à curva de transição de saída, com um afastamento da curva teórica no sentido da diminuição localizada do raio, perdendo-se a desejada variação linear da curvatura e conduzindo à introdução de perturbações na estabilidade transversal dos veículos ferroviários (lacete).

Quanto ao nivelamento transversal (ou escala), pode observar-se uma anomalia acentuada na escala na curva de transição, sensivelmente entre o PK 221,340 e o PK 221,360, zona na qual se inclui aquela onde foram realizados trabalhos. Nessa zona, a escala apresenta o valor máximo de -155 mm ao PK 221+349 (coincidindo com o valor teórico para a zona de curva circular) quando, no traçado ideal, deveria ter um valor de -103,5 mm, portanto, tem um valor superior em 50% ao teórico. Este tipo de anomalias no nivelamento transversal introduz no material circulante perturbações na estabilidade em torno do seu eixo longitudinal (balanceio).

A anomalia importante no nivelamento da via na curva de transição tem como consequência uma variação brusca na aceleração transversal a que o material circulante está sujeito. Para se fazer uma apreciação sobre este efeito de uma forma simplificada, mas suficiente para avaliar os fenómenos envolvidos, consideremos a evolução da insuficiência de escala teórica correspondente aos parâmetros geométricos da curva, para a velocidade a que o comboio nela circulava, a qual é representada no gráfico seguinte.

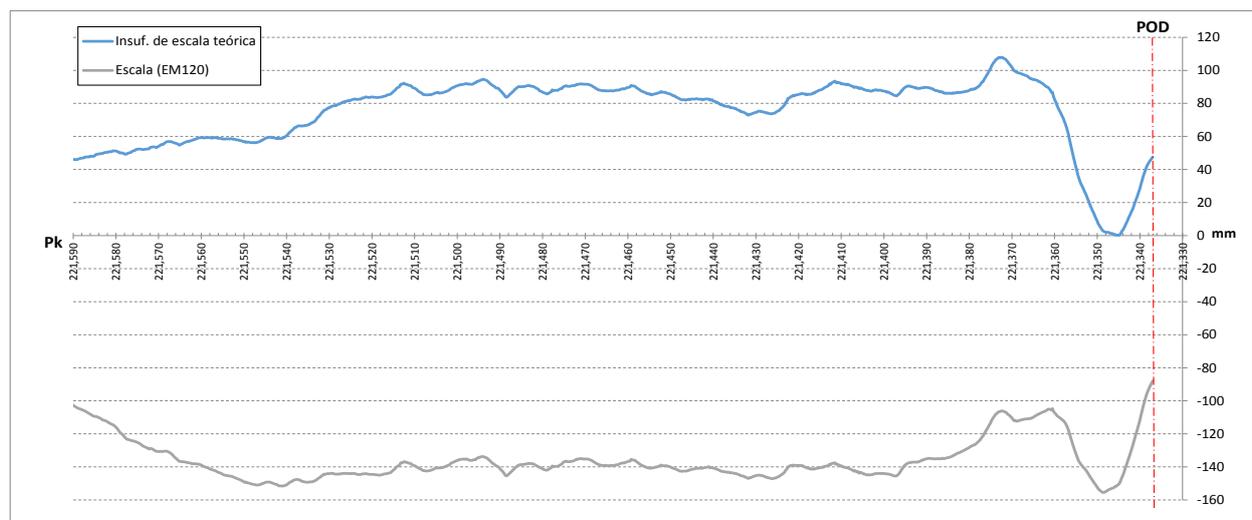


Figura 64: Representação da escala da via e da insuficiência de escala teórica

Verifica-se que a anomalia na escala da via faz com que a insuficiência de escala sofra uma diminuição brusca e significativa na zona imediatamente antes do POD, anulando-se mesmo a cerca de 9,00 m deste (o que corresponde praticamente à distância entre pivôs dos vagões Uacs Transfesa).

O valor teórico da insuficiência de escala apresentado corresponde a sucessivos planos elementares perpendiculares ao eixo longitudinal da via. No entanto, a insuficiência de escala a que um veículo com um determinado comprimento está sujeito a uma dada velocidade depende da escala média a que o mesmo está submetido assim como do raio da curva descrito por este em cada instante. Os valores resultantes deste cálculo para o vagão Uacs Transfesa são representados no gráfico seguinte, em conjunto com os valores já apresentados, agora só nas imediações do POD.

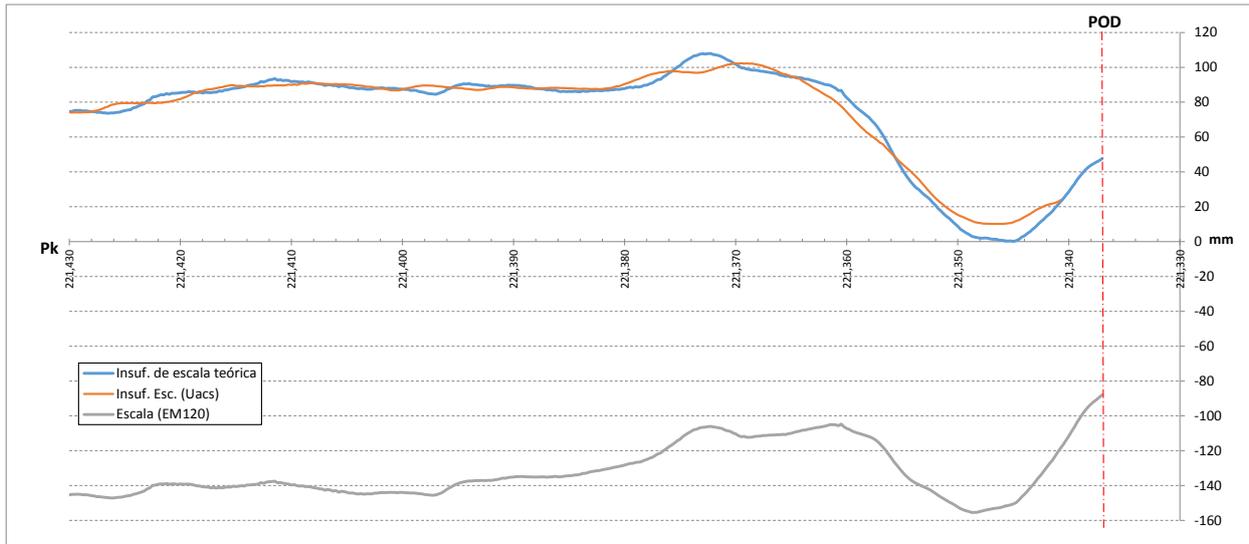


Figura 65: Escala da via, insuficiência de escala teórica e insuficiência de escala para o vagão Uacs.

Pode-se observar que, no local da anomalia no nivelamento transversal, a insuficiência de escala a que o veículo está sujeito, a qual é diretamente proporcional à *aceleração lateral não compensada*, não chega a anular-se, mas ainda assim é bastante reduzida.

Naturalmente que esta análise teórica não tem em conta o efeito da flexibilidade da suspensão do veículo. No entanto, é suficientemente ilustrativa para demonstrar que no local da anomalia na escala da via, as cargas verticais das rodas nos carris passaram rapidamente de uma situação em que as rodas do lado esquerdo no sentido da marcha estavam bastante mais carregadas do que as do lado direito, para a situação em que essa diferença diminuiu substancialmente, quase que se igualando. Cumulativamente, por motivo da súbita variação da escala, as forças de inércia causam um movimento oscilatório de rotação em torno do eixo longitudinal do vagão, o que resulta em variações significativas das cargas nas rodas.

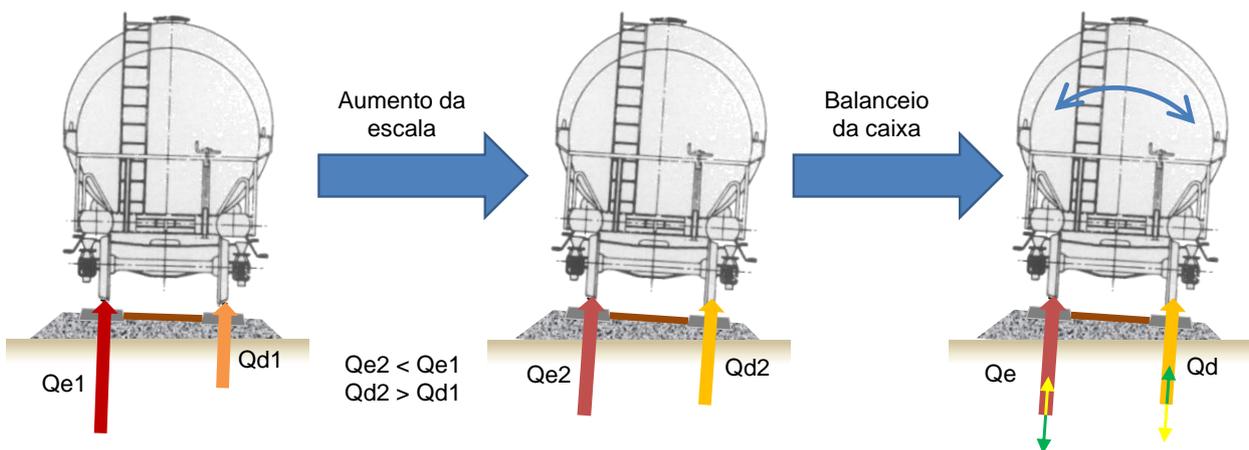


Figura 66: Ilustração do efeito do aumento súbito de escala e do balanço nas cargas das rodas.

No que respeita ao nivelamento longitudinal dos carris, o gráfico seguinte representa este parâmetro cerca de 50 metros antes do ponto de origem do descarrilamento.

Dada a impossibilidade técnica de utilização do veículo EM-120 na aquisição dos valores deste parâmetro no limiar do POD, foram utilizados os valores obtidos no local pelo KRAB⁴³.

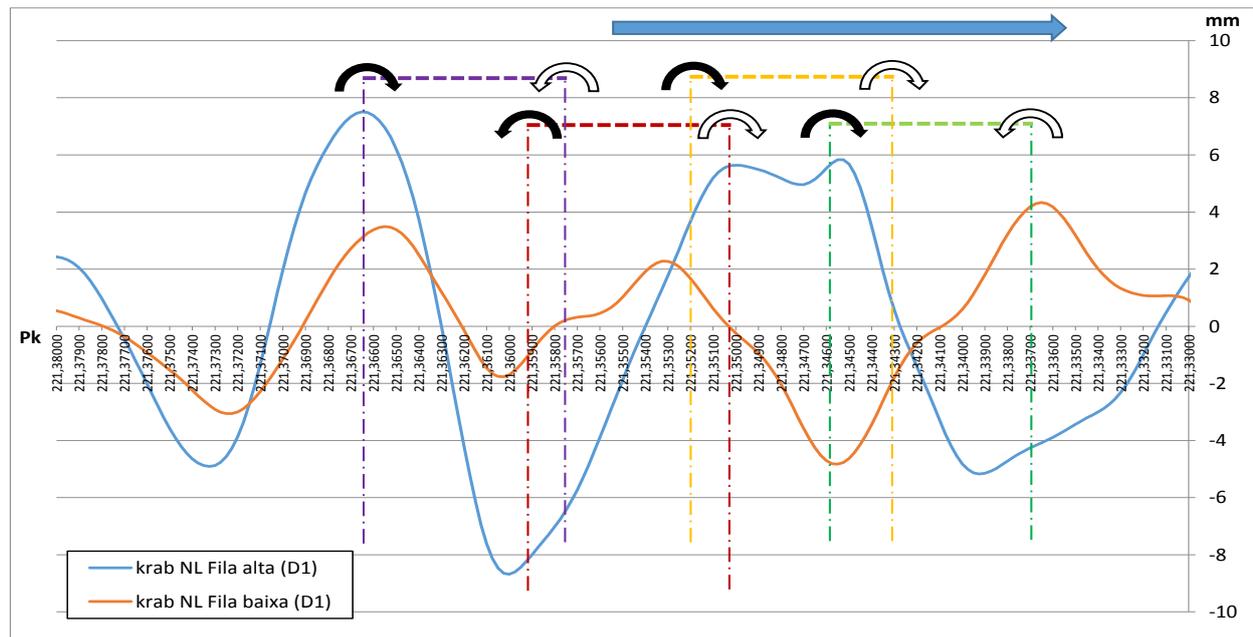


Figura 67: representação do nivelamento longitudinal dos carris (medição KRAB) e posição relativa dos pivôs dos bogies do vagão Uacs Transfesa

Pode verificar-se a sucessiva variação de escala e a inversão de sincronismo entre o nivelamento da fila alta e da fila baixa que ocorre nos 20 metros que antecedem o POD, provocando solicitações alternadas da suspensão dos *bogies* as quais, por sua vez, se repercutem na dinâmica da caixa dos veículos.

Os pares de linhas verticais de igual cor, separadas de 8,80 m, representam diversos posicionamentos dos pivôs dos *bogies* de um vagão Uacs Transfesa. Permitem perceber a sucessiva alternância de esforços entre os dois lados da suspensão do vagão e entre ambos os *bogies*, ilustradas pelos sentidos dos pares de setas. Tal tem por consequência induzir no vagão movimentos em torno do eixo longitudinal (balanceio) e combinação de oscilação vertical e rotação em torno do eixo transversal (galope).

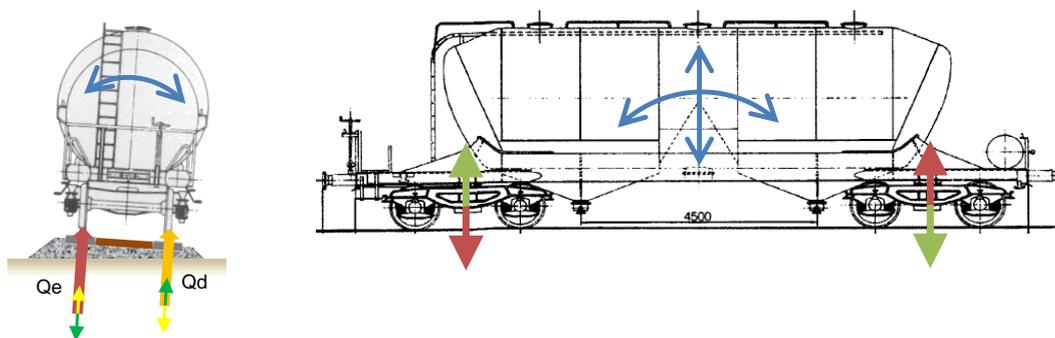


Figura 68: Ilustração do efeito das oscilações causadas no vagão pela variação no nivelamento longitudinal e seu efeito nas cargas nas rodas

⁴³ Como se viu anteriormente, as medições feitas com o KRAB são geralmente concordantes com as do VIV-02 embora de menor amplitude nos picos, pelo efeito do KRAB não carregar a via.

Importa aprofundar agora o efeito do empeno que a variação anormal da escala da via no local provoca no vagão.

No gráfico seguinte é representada a escala da via assim como o valor do empeno para a distância entre pivôs de *bogies* dos vagões Uacs Transfesa (8,80 m), tendo como referência a posição do pivô do *bogie* dianteiro no sentido da marcha.

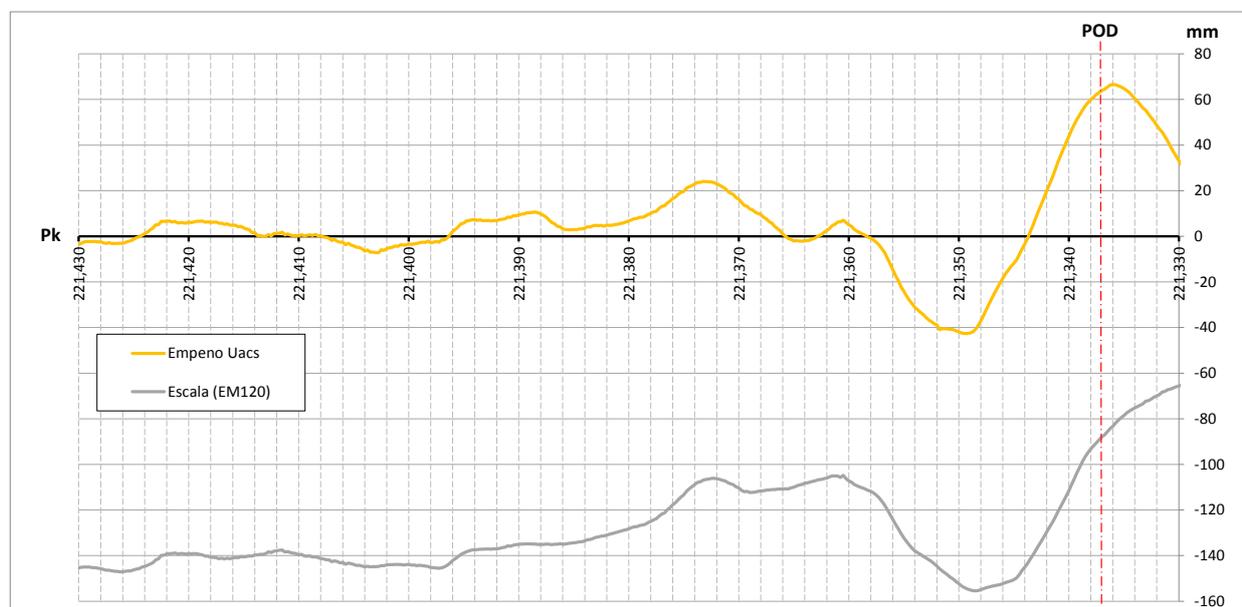


Figura 69: Representação da escala da via e do empeno na base de medição correspondente à distância entre pivôs do vagão Uacs Transfesa

Constata-se também que numa extensão de 8,80 m iniciando-se ao PK 212,343, existe uma diferença de escalas de 66,14 mm. Neste pequeno troço isto corresponde a uma variação de escala de:

$$\frac{66,14}{8,80} = 7,52 \text{ mm/m}$$

Tal corresponde a 7,5 vezes o valor previsto em projeto para o disfarce de escala naquela curva de transição (1,01 mm/m).

A norma EN 13848-5 (cláusula 8.6) define que para aquela base de medição (8,80 m), o valor máximo admissível do empeno da via é:

$$\text{Empeno limite} = \left(\frac{20}{l} + 3 \right) \times l = \left(\frac{20}{8,80} + 3 \right) \times 8,80 = 47 \text{ mm}$$

Esta condição apenas é válida para valores de empeno que se prolonguem por, pelo menos, 2,0 m.

Ora, como se pode verificar no gráfico anterior, no troço que imediatamente antecede o local do descarrilamento (POD), o referido valor limite é progressivamente excedido numa extensão superior a 2,0 m, atingindo o valor máximo de 66 mm (mais 40% do que o limite admissível).

Este tipo de anomalia modifica a distribuição de cargas verticais entre cada roda dos *bogies*, aliviando umas rodas e carregando mais outras, quer pelo efeito do empeno no embasamento de cada *bogie*, quer pelo efeito da transmissão da torção ao longo do eixo longitudinal da caixa do veículo entre ambos os *bogies*.

Por seu lado, a norma EN 14363⁴⁴, que define as condições de ensaio para aceitação das características de circulação dos veículos ferroviários, no que diz respeito ao empeno estabelece (cláusula 4.1.2.2.3) para um veículo com as características dos vagões Uacs Transfesa o seguinte valor para ensaio:

$$- \text{Empeno de ensaio da caixa do veículo: } \left(\frac{20}{2a} + 2,0\right) \times 2a = \left(\frac{20}{8,80} + 2,0\right) \times 8,80 = 37 \text{ mm}$$

A norma determina que o empeno máximo com que o veículo deve ser ensaiado tem de ter em conta também o empeno admitido pelos *bogies*, devendo ambos os valores ser combinados na seguinte forma:

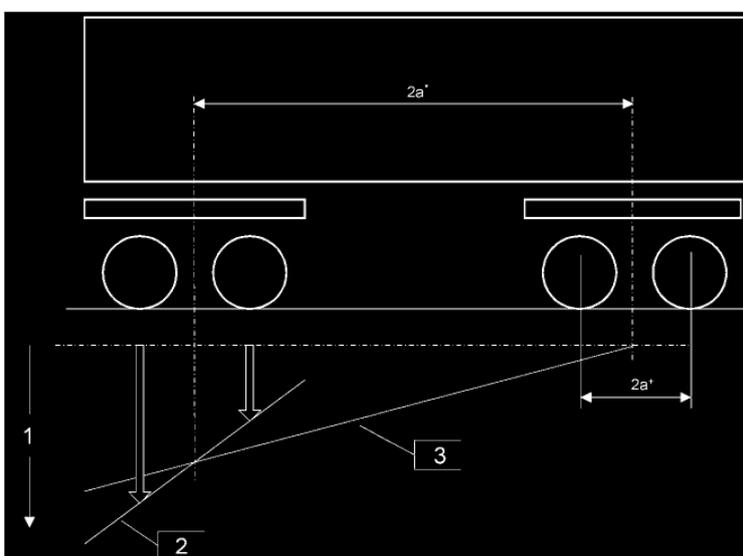


Figura 70: Representação do modo de combinação dos empenos em veículos de bogies [EN14363, fig. 2]

$$- \text{Empeno de ensaio do bogie: } 7 \times 2a^+ = 7 \times 2,0 = 14 \text{ mm}$$

Daqui resulta que o empeno máximo a que um vagão com estas características deve ser sujeito no ensaio que comprove a sua capacidade de lidar adequadamente com os empenos admissíveis na via é de $37 + \frac{14}{2} = 44 \text{ mm}$ numa base de $8,80 + \frac{2,0}{2} = 9,80 \text{ m}$.

Refazendo as contas para esta base, determina-se que o empeno máximo na via que o normativo admite será de 49 mm.

Importa referir que a norma define valores para ensaio dos veículos quanto ao empeno inferiores ao empeno máximo que é admissível que a via tenha, uma vez que considera que os pressupostos do ensaio e a longa prática em que estes foram baseados demonstraram que o fator de segurança implícito decorrente da não consideração de diversos outros fatores favoráveis era adequado. Consta-se que a norma define que o empeno máximo admissível na via excede em cerca de 10% aquele com que o veículo deve ser ensaiado para a sua aceitação.

Aplicando agora a base de 9,80 m aos valores da geometria da via medidos no local, traça-se o gráfico seguinte, tendo como referencial de posição o rodado dianteiro do vagão Uacs Transfesa.

⁴⁴ *Railway applications - Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - testing of running behaviour and stationary tests.*

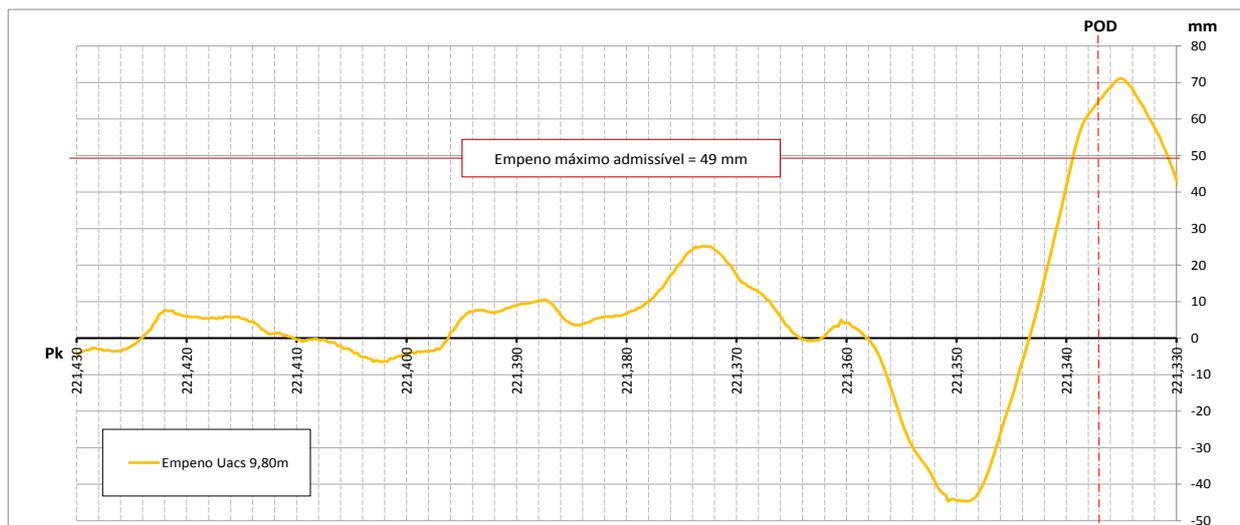


Figura 71: Representação do empeno da via na base de medição 9,80 m, indicando o limite admissível

Constata-se que na zona imediatamente antes do POD, não só o vagão circulava há mais de 2,0 m com um empeno superior ao admissível para a via, mas também que o empeno era continuamente crescente à razão de 6,4 mm/m (27% acima da razão admissível) até ao valor absoluto máximo de 71 mm (45% acima do admissível para a via).

Neste caso, o vagão ficou sujeito a um empeno que excede de 48% a 60% o valor do empeno com que um veículo similar novo tem de ser ensaiado para a sua aceitação.

Tal evidencia que, para o empeno da via existente no local, as condições de circulação do vagão estavam muito além daquelas estabelecidas nas normas para a segurança ao descarrilamento por empeno na via.

Tendo em conta as considerações anteriormente feitas relativamente aos efeitos da geometria da via sobre a dinâmica do veículo, tal significa que, neste cúmulo de circunstâncias, o efeito do importante empeno a que o veículo estava sujeito naquele local ficou exacerbado.

4.2.1.2. Devido à influência dos veículos adjacentes

É bem conhecido, pela prática e pela teoria⁴⁵, que, para além dos esforços de tração e frenagem inerentes à deslocação de um comboio, uma fração variável dos diversos movimentos secundários ou parasitas que cada veículo adquire devido à sua circulação na via é também transmitida aos veículos adjacentes através dos respetivos órgãos de choque e tração. Consoante as condições daquelas interfaces e a situação em cada momento, tal influencia mutuamente e em grau variável o comportamento dinâmico de cada veículo, num efeito que se pode propagar mais ou menos e de forma diversa ao longo da composição.

Estes efeitos têm numerosas variáveis, muitas delas aleatórias, e são normalmente não lineares e dificilmente quantificáveis. No entanto, importa ter presente a sua existência e que o seu efeito na dinâmica dos comboios pode constituir um fator adicional que, de forma aleatória e cumulativamente com outros e em condições limite, resulte num descarrilamento. Também ajuda a compreender por que motivo descarrila um determinado veículo e não outro igual na mesma ou noutra composição.

⁴⁵ Ver, por exemplo, IWNIKI, S. - Handbook of Railway Vehicle Dynamics

No caso presente, há que ter em consideração a possível influência no vagão por onde o descarrilamento se iniciou, de efeitos transmitidos pelos veículos colaterais devido a dois fatores:

- a passagem destes na anomalia na via, e
- o efeito dos rodados com diferença de diâmetros além do admissível existentes em alguns vagões da composição.

Em seguida discute-se brevemente estes dois fatores.

a) O efeito da anomalia na geometria da via nos veículos colaterais

Como é óbvio, antes do 2.º vagão, haviam passado no mesmo local a locomotiva e o 1.º vagão do comboio. Este vagão foi submetido a condições similares às descritas em 4.2.1.1 para o vagão por onde o descarrilamento se iniciou, pelo que a sua dinâmica sofreu também uma perturbação que, com grande probabilidade, se repercutiu na dinâmica do vagão por onde o descarrilamento se iniciou; adicionalmente, quando as rodas do 2.º vagão perdem o guiamento, o veículo que se lhe seguia também já antes havia entrado na zona da via onde existiam anomalias de nivelamento, afetando a sua cinemática, também com possíveis repercussões no anterior.

b) O efeito da diferença de diâmetros das rodas do mesmo rodado dos vagões

Como se encontra evidenciado em 3.4.1.4, as medições feitas nos rodados dos vagões que descarrilaram e àquele que antecedia o vagão por onde o descarrilamento se iniciou, evidenciaram que em três deles (que não o vagão 930 5 065) existia um rodado em que a diferença de diâmetro entre as suas rodas excedia o limite normativo de 1 mm. Nomeadamente, no 1.º vagão da composição (aquele que não descarrilou), essa diferença num dos rodados atingia mesmo o valor extraordinário de 5 mm e no terceiro vagão um dos rodados tinha uma diferença de 2 mm.

A diferença de diâmetros entre as duas rodas do mesmo rodado tem dois efeitos principais num veículo ferroviário:

1. Introduce no quadro onde está instalado um empeno de valor igual a metade da diferença entre diâmetro das duas rodas, o qual tem o efeito de desequilibrar a distribuição de cargas entre as molas da suspensão. Este efeito tem implicações apenas no veículo onde a anomalia existe, diminuindo diretamente a sua resistência ao descarrilamento. Como no vagão por onde o descarrilamento se iniciou não existiam anomalias nas dimensões dos rodados, este efeito não é relevante neste caso.
2. Modifica as condições de guiamento dos rodados, logo a dinâmica do veículo. Para melhor compreensão deste efeito, importa explicar sumariamente os fenómenos em jogo.

Um rodado ferroviário, devido ao perfil bi-cónico formado pelas superfícies de rolamento das duas rodas, tem em alinhamento reto um guiamento natural que decorre do equilíbrio instável a que está forçosamente sujeito por efeito da constante diferença de diâmetros entre os círculos de rolamento de cada roda, descrevendo uma trajetória oscilatória teoricamente sinusoidal, a qual se propaga também ao *bogie* ou vagão em que os rodados se inserem.

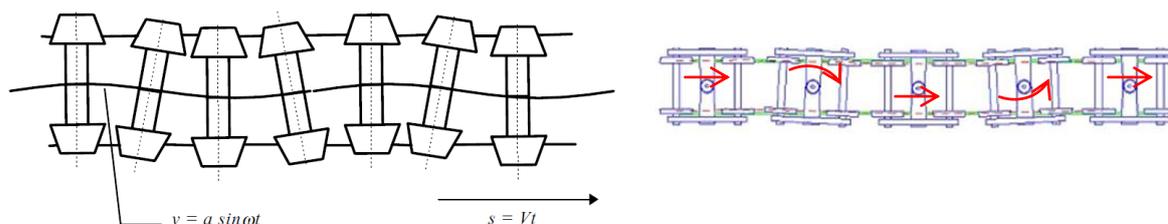


Figura 72: Representação da trajetória teórica de um rodado e de um bogie [extraído e adaptado de WICKENS]

Em curva, os rodados ganham condições naturais de estabilidade, cessando, teoricamente, o movimento oscilatório uma vez que o rodado tende a equilibrar-se por os diferentes perímetros do círculo de rolamento de cada roda se ajustarem automaticamente às diferentes distâncias percorridas sobre os carris exterior e interior da curva para cada revolução da roda.

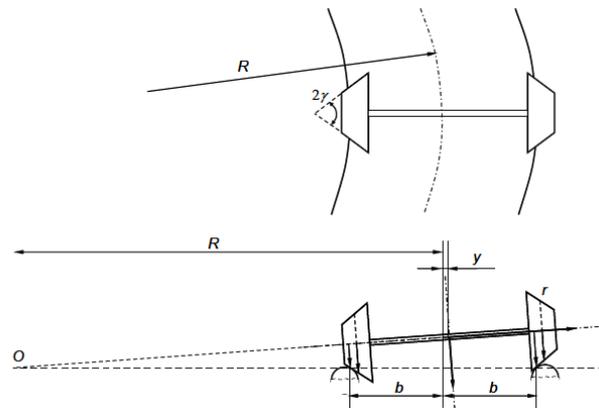


Figura 73: Representação do guiamento natural de um rodado em curva [extraído de SHEVTSOV]

Se os diâmetros das duas rodas solidariamente unidas pelo mesmo eixo forem significativamente diferentes, as condições de guiamento são alteradas.

Assim, em reta o rodado procurará sempre igualar o perímetro do círculo de rolamento de cada roda, deslocando-se transversalmente para o lado da roda de menor diâmetro. No caso em que a diferença de diâmetros for tal que ainda permita a existência na roda menor de um diâmetro suficientemente grande para igualar o menor diâmetro atingível na roda maior (caso dos rodados medidos em que a diferença era de 2 mm), então o movimento oscilatório do rodado será parcialmente sinusoidal e em zig-zag, ou apenas em zig-zag, gerando impactos entre as rodas e os carris, conforme a figura seguinte:

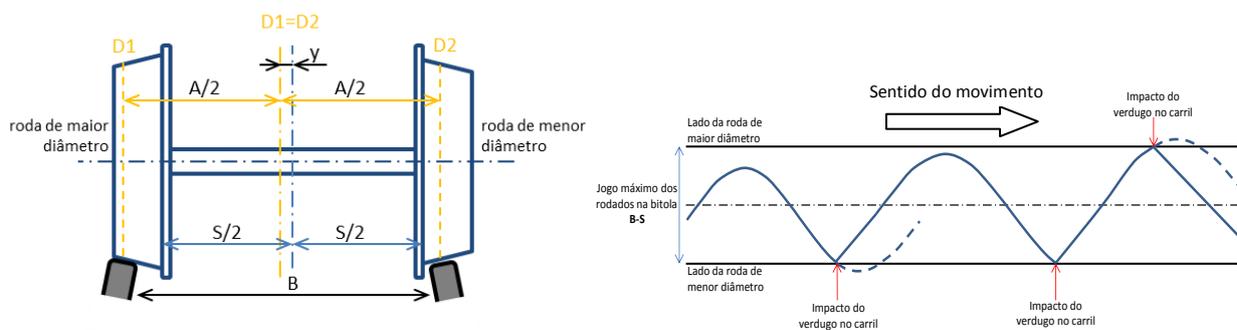


Figura 74: Representação do movimento de um rodado com rodas de diâmetros diferentes mas permitindo atingir círculos de rolamento de diâmetro igual por translação lateral y . [adapt. de WICKENS e ESVELD]

A partir de um determinado valor de diferença de diâmetros, os perímetros dos círculos de rolamento nunca se igualarão (caso do rodado medido em que a diferença era de 5 mm) e o verdugo da roda de menor diâmetro circulará encostado ao carril; além disso, pela diferença de caminho percorrido pelas duas rodas, existirá o arraste sucessivo e parcial de qualquer uma delas e o rodado adotará uma angularidade que resulta num ângulo de ataque positivo no verdugo encostado ao carril, o qual sofre um maior desgaste e favorece as condições para o seu descarrilamento (o que não foi o caso na situação presente).

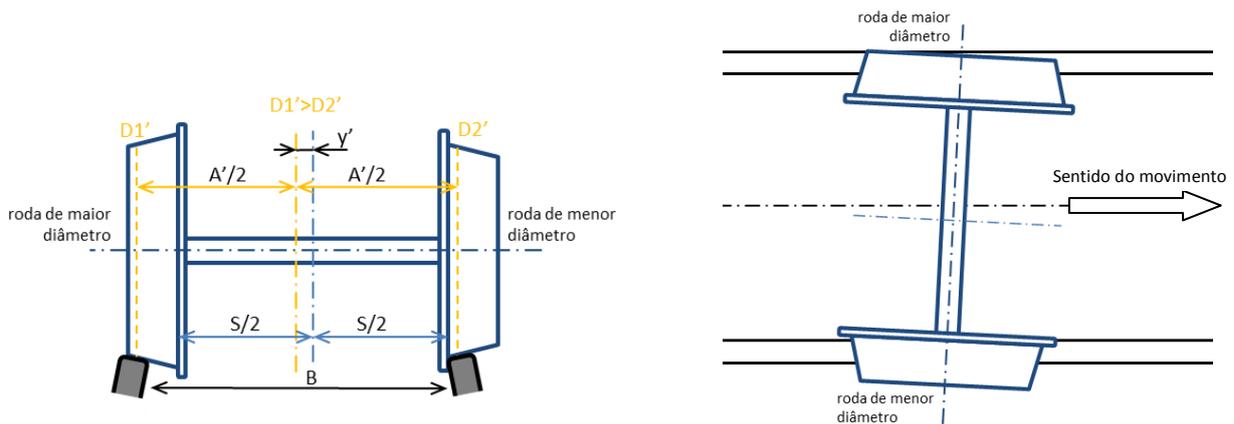


Figura 75: Representação do movimento de um rodado com rodas de diâmetros diferentes após esgotado o jogo lateral permitido pela via.

No caso de um rodado com este tipo de anomalia integrar um *bogie* em que o outro rodado tem dimensões dentro da normalidade, o guiamento deste fica também afetado pela constrição provocada pelo rodado anómalo, logo a estabilidade do *bogie* é também modificada, podendo afetar a dinâmica do veículo.

Quando em curva, a situação que se acabou de descrever para a circulação em reta pode reduzir-se ou agravar-se, consoante a diferença de diâmetros das rodas seja favorável ou não ao guiamento do rodado: se a roda de maior diâmetro estiver do lado da fila alta, o rodado, dentro de certos limites de acordo com o raio da curva, ganha estabilidade e pode descrever a curva sem o verdugo tocar no carril; se estiver do lado da fila baixa, então as condições de guiamento do rodado são fortemente perturbadas e o verdugo ataca a curva com um elevado ângulo, que resulta, entre outros efeitos, num contacto mecânico agressivo que causa impactos nas irregularidades da face lateral do carril e vibrações no veículo. Mesmo na situação favorável em que o maior diâmetro esteja do lado da fila alta, quando inserido num *bogie* o guiamento do outro rodado é alterado tal como acontece em reta.

Os fatores que se acabaram de mencionar resultam em impactos laterais anormais dos rodados e conseqüente criação de vibrações que se repercutem na dinâmica do próprio veículo e que podem influenciar, em certo grau e de forma aleatória, a dinâmica dos veículos colaterais através dos respetivos órgãos de choque e tração e perdurar no movimento da composição ferroviária.

No caso do acidente em apreço, tratando-se de uma zona de transição com aumento gradual do raio da curva circular para reta, os rodados anómalos estavam num estado de transição entre cada uma das situações aqui descritas. Anota-se ainda que, no caso do primeiro vagão da composição, o rodado anómalo era o primeiro do veículo e a posição da roda de maior diâmetro coincidia com o carril exterior da curva. O cálculo dos perímetros de equilíbrio de ambas as rodas face ao percurso correspondente em cada carril para cada revolução destas na curva circular, indica que o guiamento é feito com os verdugos das rodas afastados quase igualmente de ambos os carris, portanto diminuindo o ângulo de ataque do bogie, o que pode contribuir para explicar por que motivo o primeiro vagão não descarrilou.

4.2.1.3. Condição do vagão por onde o descarrilamento se iniciou

Como foi referido na secção 3.4.1.4, na exaustiva peritagem feita ao material circulante não foi encontrada qualquer evidência ou indício de anomalia que pudesse ter contribuído para o descarrilamento. Os estragos relativamente limitados que sofreu o vagão por onde o descarrilamento se iniciou, nomeadamente nos seus rodados e *bogies*, permitiram uma avaliação praticamente completa dos componentes, a qual limita a margem de incerteza quanto ao estado deste antes do descarrilamento.

No entanto, inevitavelmente que alguns componentes ficaram danificados ou desmontados, nomeadamente no *bogie* traseiro e na interface entre os *bogies* e a caixa, pelo que não pode haver certeza absoluta quanto ao seu estado de funcionamento imediatamente antes.

O facto de as medições feitas nos rodados dos vagões da mesma série e entidade responsável pela manutenção daquele por onde o descarrilamento se iniciou terem identificado em três rodados excedência dos limites admitidos no normativo para a operação, evidencia que o plano de manutenção aplicável aos vagões à data do acidente e as verificações da sua condição não eram eficazes para garantir que estes se mantinham nas condições requeridas para o serviço entre os ciclos definidos, para a utilização a que estavam sujeitos⁴⁶.

Desta forma, e embora nos componentes e parâmetros dimensionais que foi possível sujeitar a controlo e perícia no âmbito da investigação não tenha sido identificada qualquer anomalia que pudesse ter intervindo no descarrilamento, não se pode excluir terminantemente a hipótese de que alguma deficiência no funcionamento do vagão 930 5 065, impossível de detetar após o acidente devido aos danos sofridos, possa ter constituído um fator causal adicional para o comportamento do veículo perante a anomalia da via no local.

4.2.1.4. Considerações finais sobre o comportamento do vagão por onde o descarrilamento se iniciou

Considerando os efeitos da geometria da via sobre o vagão, assim como a possível conjugação dos efeitos relativos ao material circulante acima descritos, considera-se como muito provável que as rodas do lado esquerdo do *bogie* dianteiro tenham ficado suficientemente aliviadas da sua carga vertical quando o *bogie* traseiro se encontrava na zona de maior escala, para que pudesse ocorrer o galgamento da cabeça do carril da forma evidenciada no local do acidente. Recorda-se que o *bogie* dianteiro perdeu o guiamento precisamente quando o *bogie* traseiro acabava de passar no ponto de maior escala, ou seja, numa condição que, só por si, cria um natural efeito de alívio da carga vertical nas rodas do lado esquerdo do *bogie* dianteiro.

Na verdade, dependendo a segurança ao descarrilamento por galgamento da cabeça do carril, da relação entre a força horizontal e a força vertical no contacto roda-carril, ao haver um alívio da força vertical na roda enquanto a força horizontal inerente ao guiamento em curva se mantêm sensivelmente igual, fica diminuída a resistência ao descarrilamento.

O completo esclarecimento e avaliação quantitativa dos efeitos expostos nesta secção de forma qualitativa baseada nos princípios fundamentais da dinâmica ferroviária, apenas poderiam ser feitos com recurso a modelação dinâmica *multibody* da interação entre a via e os veículos através de ferramentas informáticas especializadas.

No entanto, tendo presente a complexidade e esforço associados a tal modelação, especialmente quando bastantes características do vagão essenciais à modelação são desconhecidas por causa da sua antiguidade e incerteza na quantificação de diversos outros fatores, assim como a evidência das conclusões que foi possível extrair da análise efetuada, considera-se que a avaliação qualitativa efetuada é suficiente para estabelecer os mais prováveis mecanismos envolvidos no descarrilamento, bem como, tendo em conta os demais aspetos que se discutirão em seguida, identificar os aspetos passíveis de melhoria para benefício da segurança, objetivo final da investigação do GPIAAF.

⁴⁶ Adiante serão debatidos os aspetos relativos à manutenção e inspeção dos vagões.

4.2.2. Os trabalhos de manutenção da via no local em 31-03-2017

4.2.2.1. A execução dos trabalhos

O trabalho efetuado tinha como objetivo repor o nivelamento da via numa zona em que existia uma anomalia na estabilidade da via causada por espaços vazios abaixo das travessas, o que na gíria ferroviária se denomina como “travessas dançantes”.

As travessas dançantes resultam da existência de espaços vazios entre os calos das travessas e a sua base, causando o abaixamento da via quando calcada pelo peso e ação dinâmica dos comboios ao passarem pelo local afetado. Este fenómeno normalmente tem origem na cedência localizada da plataforma da via na presença de um teor anormal de água na sua constituição, tornando deficiente o apoio das travessas, o que resulta no desgaste e desagregação do balastro e na ascensão dos finos argilosos da plataforma pelo efeito do bater cíclico das travessas na plataforma (ver também 3.4.2.4). Se não corrigido numa fase inicial, este efeito vai-se agravando uma vez que os finos acabam por colmatar completamente o balastro, o qual se torna numa massa compacta, perdendo a sua capacidade drenante e elasticidade.

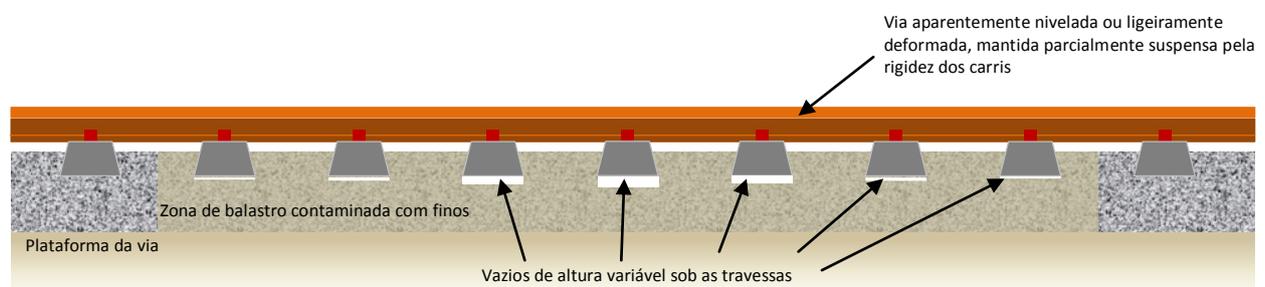


Figura 76: Ilustração de uma zona com travessas dançantes devido a colmatação do balastro com finos

Nesta situação, o balastro e a plataforma deformam-se permanentemente, deixando de garantir de forma adequada a geometria nominal da via, a qual evidencia uma variação vertical bastante diferente entre a situação não carregada e carregada.

Este fenómeno é facilmente observável à passagem das composições, isto é, as travessas descem anormalmente quando carregadas e, após descarga, retomam a sua posição inicial pela elasticidade do carril. Numa fase avançada, a anomalia fica evidente pela contaminação com material argiloso do balastro, travessas e carril.

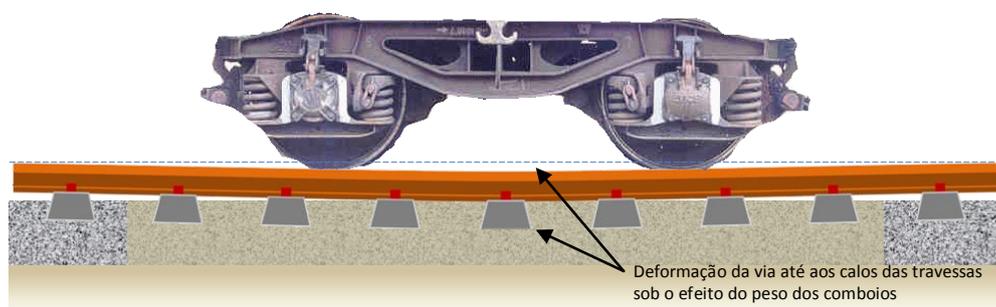


Figura 77: Ilustração de zona com travessas dançantes à passagem dos comboios

O trabalho de reparação da anomalia no nivelamento da via causado por este fenómeno foi efetuado conforme se encontra descrito em 3.4.2.3 do presente relatório, que era o processo de trabalho normalmente utilizado e aceite pelo GI para o efeito.

Historicamente, este tipo de trabalhos de reparação era realizado pelo método de levantes medidos, o qual surgiu na década de 1920 no Reino Unido e foi aperfeiçoado pelos caminhos de ferro franceses na década de 1960 e por estes difundido aos países a quem prestaram assistência técnica, como foi o caso de Portugal.

De uma forma muito sumária, o método consiste na determinação do volume dos vazios sob a zona ativa das travessas, através da medição com aparelhos apropriados do abaixamento da via à passagem de um comboio, e preenchimento desses vazios com gravilha, portanto material de granulometria muito inferior à do balastro. A quantidade da gravilha a inserir com uma ferramenta especial é determinada com relativo rigor por meio de fórmulas empíricas a partir da medição inicial da deformação da via, conseguindo-se assim o levante requerido para nivelar a via no local.

Em vias de qualquer constituição⁴⁷ e velocidades até 160 km/h, este método ainda hoje é, nas redes ferroviárias europeias ou de influência europeia, o mais utilizado para o nivelamento com meios manuais em vias com anomalias em zonas pontuais causadas por travessas dançantes, quando o balastro subjacente não é substituído ou depurado. Em Portugal desde há alguns anos que não é utilizado e presentemente só está previsto para vias com travessas de madeira.

À data do acidente, não existia definido no gestor da infraestrutura ou no prestador de serviços procedimento para o método de trabalho substituto do método por levantes medidos destinado especificamente a aplicação em situações de travessas de betão dançantes com contaminação do balastro por finos, sendo utilizado o método geral de reposição de nivelamento com ataque por meios mecânicos ligeiros, o qual se encontra definido em procedimento do prestador de serviços⁴⁸.

Para a investigação foram também analisados os requisitos aplicáveis à realização deste trabalho constantes do Caderno de Encargos⁴⁹ que integra o contrato com o prestador de serviços e do Plano de Inspeção e Ensaio da empresa prestadora de serviços previsto utilizar nestes casos relacionados com trabalhos de nivelamento com recurso a meios mecânicos ligeiros.

Debata-se seguidamente os aspetos relevantes da execução dos trabalhos.

a) Definição do nivelamento a repor

Numa intervenção de reposição de nivelamento deste tipo, o processo estabelecido é a escolha de um ponto alto considerado como bom (normalmente na fila alta) de cada lado do defeito a corrigir, e o levante da zona defeituosa para o alinhamento estabelecido entre esses dois pontos.

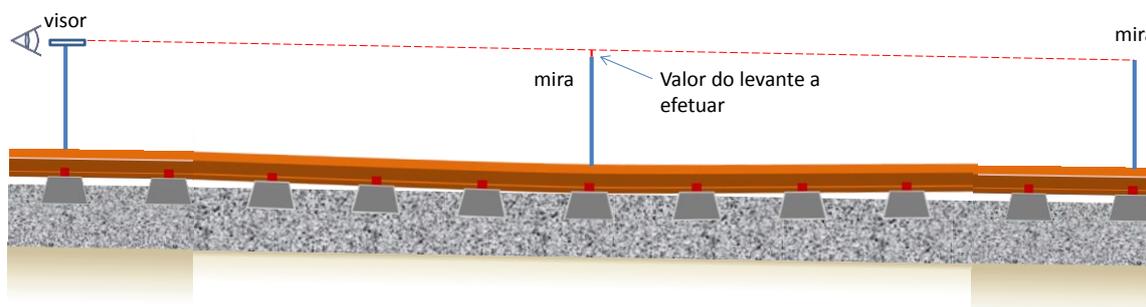


Figura 78: Esquema ilustrativo do processo de definição do nivelamento longitudinal do carril a repor

⁴⁷ Exceto com travessas metálicas.

⁴⁸ Procedimento PGPP-01, ed. 01, datado de 21-11-2011.

⁴⁹ Caderno de Encargos – condições técnicas – Especialidade Via com o n.º 5010005474 estabelecido para a prestação de serviços de manutenção.

Como determinado na investigação, a definição do nivelamento a atingir na retificação da anomalia foi feito unicamente a olho nu, e sem a utilização de equipamento apropriado (visor e miras).

A observação do nivelamento no local feita após o acidente, assim como os registos da medição feita na sua sequência, evidenciam que o método visual utilizado não foi fiável uma vez que, na fila alta da curva, o ponto alto existente na zona intervencionada estava acima do alinhamento visual estabelecível entre qualquer dos pontos altos colaterais.

Acresce que, numa zona de curva é difícil estabelecer referências visuais fiáveis devido à curvatura do carril no plano da via. Por esse motivo, os diversos tipos de miras ou alvos que nos diversos países se utilizam neste tipo de trabalhos são largos para permitir que o nivelamento visual em curva (que na verdade corresponde a uma corda desta) possa ser feito de forma fiável.

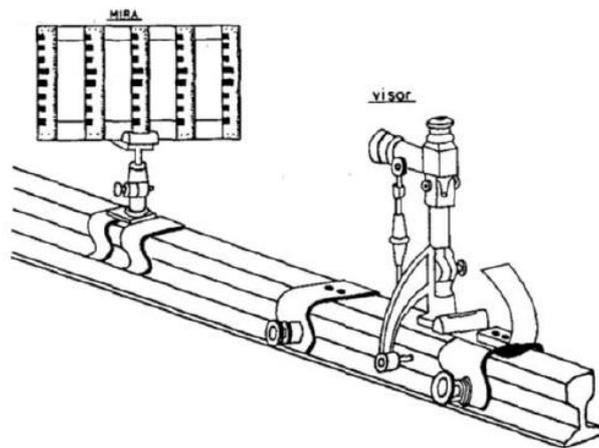


Figura 79: Ilustração de visor e miras utilizados em nivelamento longitudinal do carril. [extraído de doc. REFER]

O insucesso no “destorcimento visual” do carril explica, parcialmente, o nivelamento transversal existente no local no momento do acidente.

b) Processo de execução do ataque

Não existindo no gestor da infraestrutura nem no prestador de serviços de manutenção procedimento de referência para a execução dos trabalhos de nivelamento com meios mecânicos ligeiros em zonas de travessas dançantes e balastro contaminado com finos, consultou-se referenciais estrangeiros sobre esta matéria.

Foi possível determinar o modo definido para a execução deste mesmo tipo de trabalho pelos gestores da infraestrutura na Alemanha, Bélgica, Espanha, Índia, Irlanda e Reino Unido, assim como as indicações de manuais de referência sobre manutenção de via-férrea.

Embora os processos variem ligeiramente consoante as particularidades de cada gestor de infraestrutura e o grau de durabilidade pretendido para a anomalia, as seguintes ações e sequência de trabalho são transversais a todos:

- 1- Identificação das travessas dançantes por meio de *jalão de bola* ou *dançómetros*;
- 2- Remoção do balastro contaminado com finos nas caixas entre três travessas e até à sua base, continuando a remoção numa das caixas até atingir balastro limpo ou, no mínimo, até pelo menos 10 cm abaixo da base das travessas;
- 3- Colocação de balastro novo na caixa mais profunda, e sua consolidação com “*cobras*” em camadas, até atingir o nível da base das travessas;
- 4- Levante da via com macacos, desaperto da fixação de uma das travessas adjacentes à caixa saneada e deslize dessa travessa para cima do balastro novo;

- 5- Remoção do balastro contaminado da caixa descoberta (ou seja, incluindo aquele que estava debaixo da travessa), até atingir balastro limpo ou, no mínimo, até pelo menos 20 cm abaixo da base das travessas;
- 6- Colocação de balastro novo na caixa aberta, e sua consolidação por camadas com “cobras”, até ao nível da base das travessas;
- 7- Reposição da travessa deslocada;
- 8- Colocação de balastro novo no espaço entre travessas já saneado, e sua consolidação com “cobras”;
- 9- Repetição do processo ao longo da extensão de via necessitando substituição de balastro;
- 10- Ataque final com “cobras” para colocar a via no nivelamento pretendido, com a utilização de visor e miras de nivelamento e régua, levantando com macacos e colocando mais balastro se necessário;
- 11- Controlo do movimento das travessas com a passagem de um comboio;
- 12- Medição e registo final dos parâmetros de via;
- 13- Controlo da eficácia da intervenção durante o período de estabilização.

Sobressai como mais relevante que, para que o método de nivelamento através de ataque por meios mecânicos ligeiros em zonas com travessas dançantes seja eficaz e resulte no adequado suporte da via, é essencial que o balastro contaminado existente sob as travessas também seja removido numa espessura suficiente (20 cm no mínimo). A não ser assim, a experiência e testes realizados⁵⁰ indicam que o balastro novo, cujos inertes têm uma gama granulométrica de dimensão 31,5-63 mm, não tem espaço suficiente para a sua completa inserção por ação do equipamento vibratório na relativamente pequena altura disponível entre a base destas e o seu calo que decorre da posição de nivelamento pretendida; além disso, estando a massa de balastro sob o calo das travessas contaminada com finos ou mesmo compacta, a ação vibratória dos “cobra” tem nela um efeito reduzido ou nulo no rearranjo do balastro sob as travessas de modo a garantir a adequada uniformidade no suporte destas. Tal conjugação de efeitos resulta no inadequado apoio das travessas, por estarem reunidas as condições para este ser feito em poucas pedras de balastro e dispostas em condições pouco consolidadas.

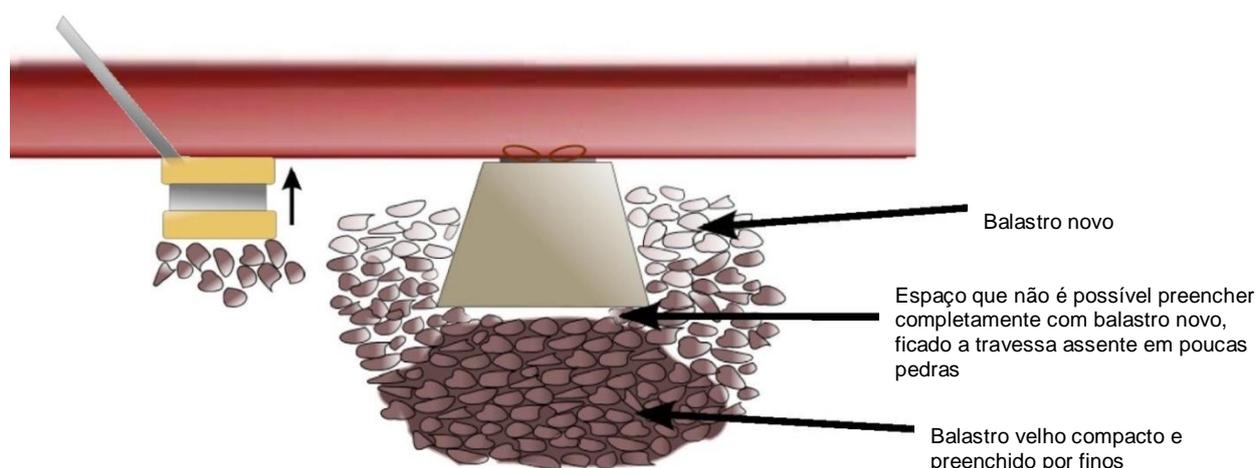


Figura 80: Deficiência do ataque com meios mecânicos ligeiros quando o balastro velho compacto e preenchido por finos debaixo da travessa não é removido [adapt. de MILNE]

⁵⁰ MILNE, D. – *Monitoring and repair of isolated trackbed defects on a ballasted railway*. Transportation Geotechnics: 2018.

Por este motivo, na manutenção da infraestrutura ferroviária dos países acima referidos, nos nivelamentos por métodos manuais em que o balastro preenchido por finos existente na base das travessas não é removido, continua a ser utilizado o clássico nivelamento por levantes medidos ou o método mais moderno com recurso a soprador de pedras, utilizando para este efeito como material de enchimento gravilha com uma gama granulométrica de dimensão 10-14 mm, portanto muito inferior à do balastro, para garantir que é possível preencher na totalidade e de maneira uniforme os vazios sob as travessas na área de distribuição de cargas.

Este problema não existe num nivelamento com ataque mecânico ligeiro em locais da via onde o balastro esteja completamente limpo, uma vez que todo o volume de balastro dentro do raio de ação dos “cobra” é passível de ser mobilizado de forma eficaz pela ação mecânica vibratória destes, rearranjando e dispondo as pedras de balastro uniformemente debaixo das travessas, o que é conducente a uma boa distribuição no balastro das cargas causadas pela passagem os comboios.

Daí não ser adequado utilizar o mesmo método de ataque para estes dois casos distintos.

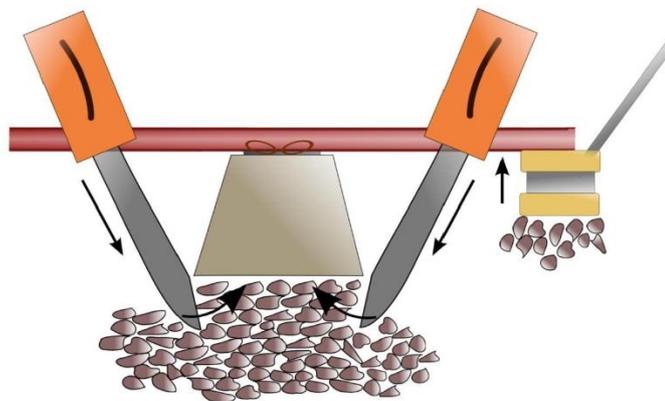


Figura 81: Ataque com meios mecânicos ligeiros em balastro limpo, onde as pedras se deslocam facilmente para debaixo da travessa pela ação mecânica vibratória dos equipamentos. [retirado de MILNE]

As boas práticas recomendam igualmente que o ataque se prolongue em duas ou três travessas nas zonas adjacentes àquela onde o balastro foi substituído, a fim de ser garantida a uniformidade no seu apoio, uma vez que o efeito de martelamento resultante da passagem dos comboios nas travessas dançantes cria normalmente um ligeiro assentamento naquelas imediatamente adjacentes em balastro não contaminado. Aliás, pelas mesmas razões, esta boa prática está também prevista nos referenciais técnicos relativos aos levantes medidos.

Ficou estabelecido que no trabalho realizado em 31-03-2017 apenas foi removido o balastro superficial que existia entre as travessas, sendo substituído por balastro limpo e executado então o ataque de nivelamento. Nestas condições, o resultado do ataque que foi feito com os “cobra” tem elevada probabilidade de ter sido deficiente e de não dar garantias de um suporte uniforme e boa distribuição das cargas entre a base das travessas e as pedras do balastro. Dessa forma, a concentração de tensões que daí resultou nas pedras de balastro que estavam em contacto com a base das travessas é natural que tenha provocado a deformação mais ou menos gradual da via por efeito da passagem dos sucessivos comboios após a intervenção. Esta deformação pode ter resultado maior do que a original que se pretendia corrigir, pela perturbação que foi provocada no balastro com o ataque feito.

O processo do sistema de gestão da segurança do gestor da infraestrutura relativo à análise de riscos da sua atividade, não teve a robustez necessária para identificar e mitigar o risco de utilização de um método não suportado em procedimentos na realização de operações de nivelamento com meios mecânicos ligeiros em zonas de travessas dançantes com balastro contaminado com finos.

c) Condicionismos à execução dos trabalhos e rendimento

Durante a realização dos trabalhos passaram quatro comboios na via sob intervenção.

Na outra via (a ascendente) passaram também quatro comboios. Nesta não existia restrição de velocidade para proteção dos trabalhos, mas a realização de qualquer intervenção de ataque na fila baixa da curva seria insegura durante a passagem dos comboios na via ascendente (velocidade máxima de 140 km/h).

A sobreposição dos tempos de passagem dos comboios ao período dos trabalhos é ilustrada na figura seguinte.

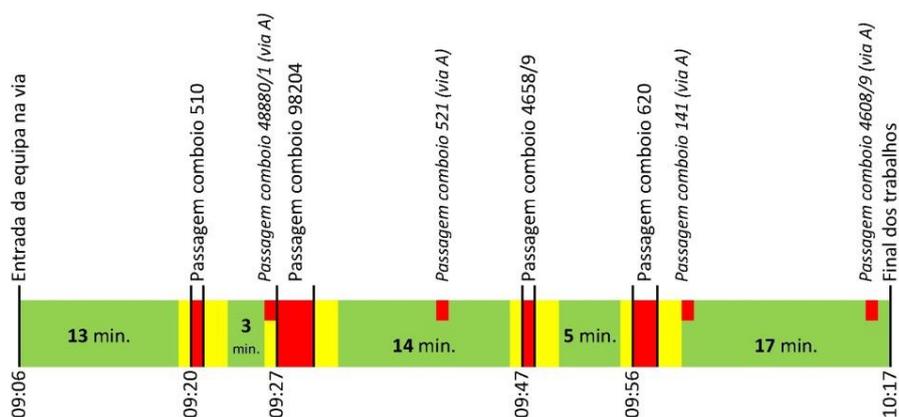


Figura 82: Representação cronológica da passagem dos comboios durante o período dos trabalhos

As zonas integralmente a vermelho correspondem ao tempo de passagem efetiva dos comboios a 10 km/h no local, as zonas a amarelo aos tempos admitidos para saída de equipamentos e pessoal da via, e de entrada e retoma dos trabalhos após a passagem dos comboios (admitiu-se um minuto para a saída e dois minutos para a retoma dos trabalhos, de acordo com a descrição feita pelos trabalhadores, conforme indicado em 3.4.2.3.b), e as zonas a verde correspondem aos períodos de trabalho efetivo, num total de 52 minutos. Encontra-se também representada a passagem dos comboios sem restrição na via ascendente, através das zonas parcelarmente a vermelho.

O referido tempo disponível resulta numa média aproximada de pouco mais de dois minutos para atacar cada travessa, considerando que, segundo as declarações dos membros da equipa e em conformidade com os procedimentos corretos, foram utilizados quatro “cobras” para o ataque de cada travessa. Neste tempo médio inclui-se ainda o necessário para a remoção da camada superficial de balastro contaminado, instalação inicial de macacos, distribuição de balastro limpo e verificação visual do nivelamento.

Foram consultados alguns prestadores de serviço e literatura especializada, da qual resultou a indicação de um rendimento médio habitual para operações de nivelamento com utilização de meios mecânicos ligeiros, da ordem de dois a cinco metros lineares de via por hora. Embora, estes valores devam ser considerado com prudência e como meramente indicativos uma vez que dependem fortemente da experiência da equipa, do grau de contaminação do balastro e do levante total a executar, ainda assim as evidências sugerem que o tempo de realização do trabalho possa ter sido insuficiente para permitir uma intervenção com a profundidade e controlo adequados a garantir a sua qualidade.

4.2.2.2. Controlo dos trabalhos realizados

O ponto n.º 28 do Caderno de Encargos – “Receção dos trabalhos Executados”, refere que a receção dos trabalhos far-se-á em função do tipo de ação e conforme indicado na tabela seguinte:

Tipo de Intervenção	Parâmetros a verificar pelo PS	Tipologia dos registos
<p>1 Ataque mecânico pesado de nivelamento e alinhamento de conservação, ou complementar, com regularização do perfil tipo do balastro em plena via com ou sem estabilização dinâmica da via</p>	<p>Parâmetros geométricos da via, definidos na IT.VIA.018: Nivelamento Longitudinal, Alinhamento, Nivelamento Transversal e Empeno.</p> <p>Posição da via em relação a pontos fixos adjacentes e largura da entre via.</p> <p>Posição da via relativamente ao fio de contacto da catenária.</p>	<p>Registo gráfico contínuo conforme definido na IT.VIA.018.</p> <p>Registo numérico das anomalias detectadas no registo gráfico.</p> <p>Em caso de optimização/alteração do traçado de via deverão ser apresentados o diagrama de traçado de via e o respectivo perfil longitudinal.</p> <p>Sempre que haja mudança da posição da via, que reduza distâncias para pontos fixos contíguos à via, ou para vias adjacentes, registar numericamente, com indicação da localização:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a distância ao eixo da via, dos pontos fixos que distem até 20 cm do gabarito da via aplicável. Em caso de continuidade (por exemplo, plataformas) fazer um registo a cada 20m, excepto nos casos em que os pontos estejam dentro do gabarito, nestes casos terão de ser realizados registos a cada 5m. - o valor da entrevia, a cada 20m, sempre que esta tenha até 2.40m. Se este valor for inferior a 2.14 terão que ser realizados registos a cada 5m. <p>Registo numérico, com indicação da localização, da altura a meio-vão e da distância ao eixo da via nos postes.</p>
<p style="text-align: center;">(...)</p>		
<p>3 Levantes de enchimento</p> <p>Reposição do nivelamento, com recurso a meios mecânicos ligeiros, em zonas pontuais até 20m</p>	<p>Idem 1</p>	<p>idem 1, com excepção do registo da entrevia e da distância ao eixo da via da catenária, nos postes.</p>

Quadro 30: Extrato da tabela constante no ponto n.º 28 do Caderno de Encargos

As evidências recolhidas comprovam que não foram efetuados quaisquer tipos de medições que permitissem caracterizar a situação da anomalia verificada no início dos trabalhos (nomeadamente as travessas exatas que apresentavam “dança”) e que, no final, por um lado permitissem evidenciar a forma como foi perceptível à equipa que o objetivo dos trabalhos que realizou tinha sido alcançado, e por outro permitissem ao dono de obra aceitar o trabalho como bom.

Portanto, não foi seguido o estipulado quanto às medições dos parâmetros geométricos de via definidos na IT.VIA.018, conducente à receção sem restrições dos trabalhos efetuados.

As evidências testemunhais comprovam também que não foi observado o comportamento da via à passagem do primeiro comboio após a intervenção, que é o único meio de controlo de qualidade possível imediatamente após a execução deste tipo de trabalhos.

Este método de controlo visual está identificado nos referenciais estrangeiros consultados como crucial neste tipo de trabalho para uma primeira avaliação da qualidade do ataque realizado e é também uma boa prática usualmente seguida nos trabalhos de ataque manual do GI.

O facto de não ter sido observada a passagem de um comboio sobre o troço intervencionado não permitiu à empresa prestadora de serviços e ao GI verificar o comportamento da via, quer no troço intervencionado, quer na zona de transição a montante e jusante deste, a fim de confirmar o adequado suporte das travessas e que as referências visuais utilizadas para o controlo do trabalho eram fidedignas.

Tal impossibilitou haver uma perceção minimamente fidedigna quanto ao bom resultado destes, especialmente quando se constata que o período de trabalho disponível entre a passagem do último comboio no local e a finalização da intervenção foi o mais longo.

Consequentemente, não era possível haver qualquer tipo de segurança quanto à adequação do trabalho realizado, ainda que se possa admitir que visualmente a via aparentasse um nivelamento adequado.

Este facto é particularmente relevante, uma vez que a zona onde o trabalho foi realizado corresponde a uma curva de transição, onde a escala e o alinhamento variam gradualmente, criando sempre um estado de empeno para o material circulante. Por esse motivo a sua taxa de variação tem de estar dentro de limites muito restritos para que a segurança ao descarrilamento não fique comprometida, motivo pelo qual os trabalhos nestas zonas da via têm de estar sujeitos a um cuidado e controlo

acrescidos. A não realização dos procedimentos definidos para o controlo final do trabalho executados não se coaduna com essa criticidade especial.

4.2.2.3. Controlo dos registos da ação de manutenção

Os registos de controlo da ação disponibilizados à investigação pelo GI e pela empresa prestadora de serviços, foram carregados no sistema informático de gestão da manutenção (SIGMA) do GI e enviados para arquivo na sede da empresa prestadora de serviços.

Estes registos não retratam de forma fidedigna a intervenção feita no terreno e apresentam informação incoerente, não tendo os procedimentos internos em vigor à data do acidente, quer na empresa prestadora de serviços, quer no GI, para controlo e supervisão dos trabalhos na via, a robustez necessária para que tais desconformidades pudessem vir a ser detetadas.

4.2.2.4. A monitorização pelo GI dos processos de execução e controlo dos trabalhos

O Sistema de Gestão da Segurança do GI prevê um programa de auditorias internas à sua aplicação, com base no qual o sistema é regularmente monitorizado e melhorado.

No domínio que interessa a esta investigação, as auditorias realizadas pelo GI têm sido feitas no âmbito do Sistema de Gestão da Qualidade da empresa, as quais, no que releva para a segurança, integram o SGS.

Apesar de o processo estabelecido ter tido sucesso ao longo dos últimos anos em identificar diversas constatações no âmbito da atividade de fiscalização a carecer de correção/revisão e lacunas ao nível do conhecimento técnico, tendo em ambos os casos já atuado com vista à sua correção, não foi eficaz para identificar integralmente e introduzir em tempo útil as ações corretivas necessárias para eliminar as debilidades explanadas anteriormente quanto aos processos de execução do tipo específico de trabalhos em apreço e sua supervisão.

4.2.3. O comportamento da via após a conclusão dos trabalhos

No final da intervenção a via foi dada como boa, não tendo sido implementada qualquer medida restritiva à circulação dos comboios por forma a acautelar algum período de consolidação do balastro através da estabilização provocada pela passagem pelos comboios.

Todavia há a considerar o tempo que mediou a finalização do trabalho e o descarrilamento. Neste intervalo de tempo em que a via esteve aberta à velocidade normal e sem restrições, foi contabilizada a passagem de cerca de 33 000 toneladas no local. O valor geralmente considerado no referencial técnico nacional para que a via seja considerada estabilizada é de 100 000 toneladas⁵¹, não havendo distinção para o tipo de intervenção a que a mesma foi sujeita. Para uma intervenção de ataque com equipamento ligeiro, no Reino Unido é considerado que a via fica estabilizada ao fim de cerca de 25 000 toneladas⁵²; em Espanha é considerado necessário um valor entre 5000 a 20 000 toneladas, consoante o valor do levante que foi feito⁵³.

Pelas razões já referidas em 4.2.2.1 é provável que, por efeito da passagem dos comboios após a intervenção, as travessas deficientemente apoiadas causassem o gradual esmagamento das pedras de balastro ou a sua movimentação, resultando na deformação da via; na zona central da intervenção, onde o levante foi necessariamente maior e, portanto, mais facilmente o balastro se alojou sob as

⁵¹ CP - ITV 14 – *Conservação Metódica da Via. Conservação das Barras Longas soldadas*. 1979.

⁵² Procedimento Network Rail NR/L3/TRK/002/F19.

⁵³ Normativo ADIF N.R.V. 7-6-0.1.

travessas dando-lhes boas condições de apoio, a via manteve-se sensivelmente no nível que lhe foi dado na intervenção, resultando na zona alta identificada nos levantamentos pós-acidente.

Acresce que as condições meteorológicas evidenciam a ocorrência de precipitação nos dias anteriores, num valor médio diário de cerca de 3 mm ao longo das duas semanas antecedentes. Atendendo ao facto de se tratar de um local com identificadas deficiências na constituição da plataforma e na sua drenagem, é possível que o incremento de humidade do solo decorrente da precipitação tenha contribuído para diminuir a capacidade de dispersão das cargas, também favorecendo a deformação da via, nomeadamente na fila baixa onde surgiu o ponto baixo identificado. Apesar de o solo da plataforma ter componentes com características expansivas, não se considera que tal tivesse influência relevante.

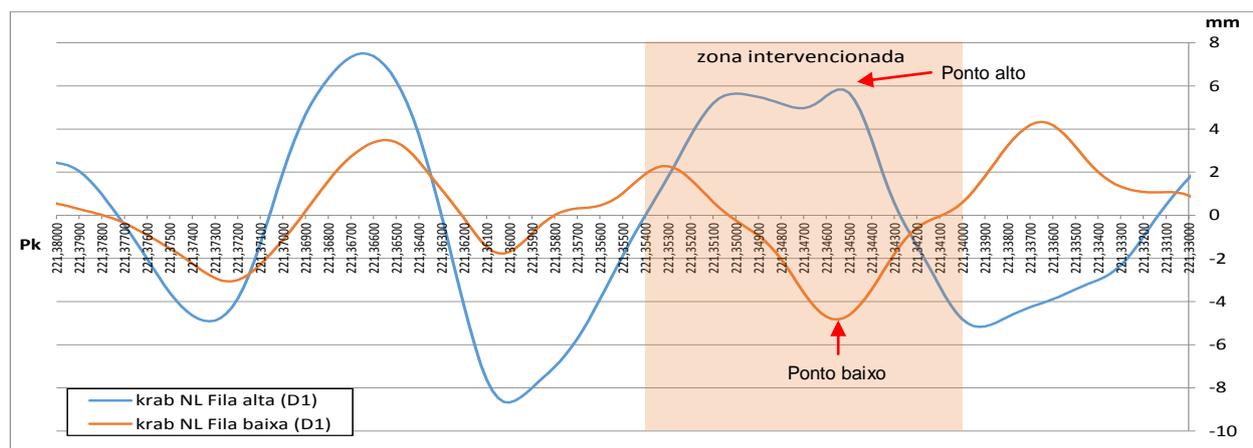


Figura 83: Nivelamento longitudinal dos carris na zona da intervenção realizada

No gráfico seguinte é apresentada a distribuição do peso dos comboios que passaram na via após as 10:17 do dia 31-03-2017, momento da conclusão da intervenção de manutenção realizada.

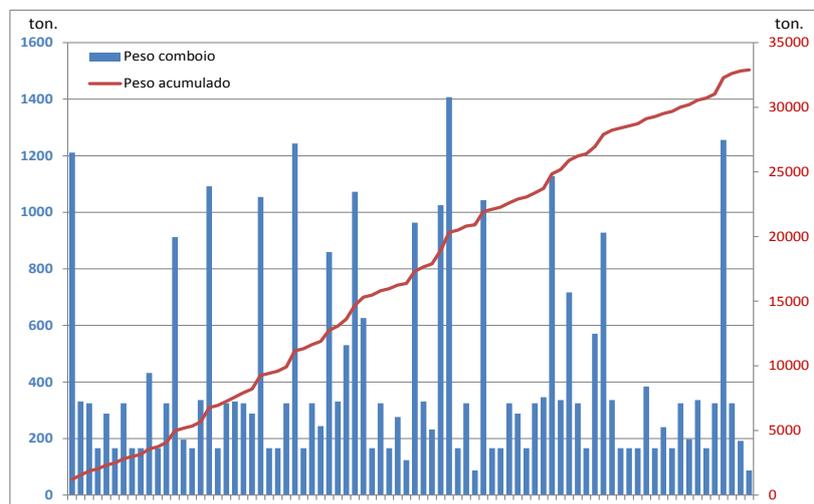


Figura 84: Distribuição sequencial do peso dos comboios entre a finalização da intervenção e o acidente

Apesar da evolução do peso que carregou a via no local ter sido sensivelmente uniforme ao longo do período, o facto de os comboios anteriores não terem tido problemas evidentes na passagem no local sugere que a evolução da deformação da via não foi uniforme e que pode ter tido uma descontinuidade provocada pelo esmagamento ou movimento súbito de algumas pedras de balastro. Adicionalmente, tal facto pode também ser explicado pelas características do material circulante.

No que respeita aos comboios de passageiros, os veículos têm dois níveis de suspensão o que lhes dá uma boa capacidade de lidar com empenos na via. O mesmo se passa em relação às locomotivas que passaram no local (modelo Euro 4000 e séries 4700 e 5600).

As tripulações dos comboios que passaram no local, incluindo a do comboio que descarrilou, afirmaram não ter notado nada de anormal, mas ressalvando sempre que naquele troço da Linha do Norte era habitual sentirem-se bastantes solavancos; embora sem se poder estabelecer uma causalidade inequívoca, não se pode ignorar a coincidência de quando a locomotiva do comboio que descarrilou passava no local da anomalia, as folhas da documentação do comboio que o chefe de comboio tinha na estante caíram no chão da cabine.

No que diz respeito aos vagões de mercadorias, passaram no local vagões de dois eixos com embasamentos de 5,00 m, 8,00 m e 10,00 m, e vagões de *bogies* com distância entre pivôs de 7,00 m e 14,65 m. Com exceção dos vagões de dois eixos com 5,00 m de embasamento, todos eram vagões plataforma ou berço, portanto com uma rigidez torsional significativamente inferior àquela do vagão Uacs, ou seja, com condições estruturais favoráveis de lidar com um empeno na via.

Importa ainda refletir por que motivo não descarrilou o primeiro vagão da composição, com características geométricas iguais. Para além do factor já referido atrás relativamente ao ângulo de ataque favorável do primeiro *bogie* que a anomalia no primeiro rodado lhe dava, tal pode também ser atribuído ao facto de que, numa composição ferroviária, o primeiro vagão usufrui de um certo grau de guiamento e estabilização conferidos pela maior massa e estabilidade de marcha da locomotiva, mas também a fatores não determinísticos, como sejam um eventual maior aperto do tensor da engatagem, o atrito nos tampões de choque e a dinâmica própria daquele veículo no instante em que passou no local da anomalia na via.

4.2.4. Fratura do carril

A condição do carril não teve intervenção no início do descarrilamento. No entanto, o GPIAAF investigou se a fratura que evidenciava *squat* contribuiu para a magnitude das consequências do descarrilamento, nomeadamente se teve algum contributo para a trajetória divergente que, depois de descarrilar, adotou o vagão Uacs 930 5 065, levando-o a embater no poste de catenária 221-12. Considerando a evidência de que o carril se manteve íntegro até cerca de 25 metros a jusante do local onde o referido vagão embateu no poste de catenária, que o cabo de terra do sistema de energia foi encontrado por baixo do carril deformado, assim como a posição relativa do carril e dos vagões, conclui-se que a rotura do carril naquela secção foi causada pela violência do movimento descontrolado dos veículos descarrilados, tendo de ser considerado como um evento incontrolável e não passível de ser considerado como fator contribuinte que tenha agravado as consequências do acidente.

4.2.5. Fratura do tensor do 1.º vagão

Pode-se afirmar que as consequências do descarrilamento foram exacerbadas pela quebra do engate, uma vez que tal permitiu a trajetória divergente que o vagão Uacs 930 5 065 assumiu.

Não foi identificada qualquer anomalia na haste de engate que fraturou, o qual tinha uma resistência de 1,0 MN.

Não se pode afirmar que se o engate tivesse uma resistência de 1,5 MN, este também não tivesse fraturado atendendo às elevadas forças em jogo. No entanto, é inegável que as probabilidades de que a rotura ocorresse tão rapidamente seriam menores e poderia dar tempo a que o maquinista se apercebesse da anomalia ou de que a conduta de freio se rompesse antes, minimizando assim as consequências do descarrilamento.

Presentemente ambos os tipos de tensor são admissíveis pelo normativo no material circulante, sendo uma opção do respetivo detentor definir qual utilizar.

4.2.6. O sistema de manutenção da ERM relativo aos vagões Uacs Transfesa utilizados em Portugal

Nos termos do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE, sem prejuízo da responsabilidade das empresas ferroviárias e dos gestores de infraestrutura por garantir a operação segura de um comboio, a entidade responsável pela manutenção deve assegurar, por meio de um sistema de manutenção apropriado, que os veículos por cuja manutenção é responsável se encontram em condições seguras para circular. Para esse efeito, a entidade responsável pela manutenção deve assegurar que a manutenção dos veículos seja efetuada de acordo com:

- a) O registo de manutenção de cada veículo;
- b) Os requisitos em vigor, incluindo as regras de manutenção e as disposições relativas às ETI.

A entidade responsável pela manutenção pode efetuar a manutenção ela própria ou recorrer a oficinas de manutenção contratadas, no entanto, nos termos do Regulamento (UE) n.º 445/2011, a ERM é sempre responsável pelos resultados das atividades de manutenção que gere e deve estabelecer um sistema de monitorização do desempenho dessas atividades.

De acordo com o ponto 9.5 do guia de aplicação do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE e do Regulamento (UE) 445/2011, publicado pela Agência Ferroviária Europeia⁵⁴, *“assegurar, por meio de um sistema de manutenção apropriado, que os veículos por cuja manutenção é responsável se encontram em condições seguras para circular” significa que a ERM tem de ter implementado um sistema de manutenção capaz de assegurar um estado seguro de funcionamento do veículo sem quaisquer outras ações de manutenção realizadas por outras partes* [tradução do GPIAAF].

As anomalias constatadas em três rodados de vagões Uacs da mesma série detidos e mantidos pela ERM, referentes a diferenças entre o diâmetro das suas rodas inadmissíveis para a operação, anomalias estas que pela sua quantidade e dimensão não se podem considerar um caso isolado e não surgem num curto espaço de tempo, evidenciam que o plano de manutenção aplicável aos vagões à data do acidente não era eficaz para garantir o seu estado seguro de funcionamento entre os ciclos de manutenção definidos pela ERM, tendo em consideração as condições de utilização a que os veículos estavam sujeitos em Portugal.

Em 2011, antes da entrada em vigor do Regulamento (UE) 445/2011, a ERM havia acordado com a Autoridade Nacional de Segurança (de Portugal) um regime de “visitas de segurança” para estes vagões com uma periodicidade de 9 meses (+/- 1 mês), incidindo sobre os órgãos de segurança⁵⁵ e sobre a superestrutura dos vagões⁵⁶.

No que diz respeito aos rodados, a consistência dessas visitas de segurança não previa qualquer verificação do diâmetro das rodas dos vagões, pelo que a anomalia em apreço também não seria detetada nestas visitas com periodicidade de 9 meses.

A ERM informou a investigação que, com a entrada em vigor do Regulamento (UE) 445/2011, havia elaborado uma análise de risco relativamente à passagem da manutenção do nível 1 para as empresas de transporte ferroviário, a fim de estabelecer o plano de manutenção dos vagões.

⁵⁴ ERA, *Guide for the application of the Art 14 (a) of the Safety Directive and Commission Regulation (EU) No 445/2011 on a system of certification of entities in charge of maintenance for freight wagons*. Ref.ª ERA-GUI-100 v2.0: 2015.

⁵⁵ Documento Transfesa VS-PT01 (ed. 07/06/11).

⁵⁶ Documento Transfesa VS-PT02 (ed. 14/06/11).

Recorda-se que, de acordo com a definição referenciada em 3.4.1.2, a manutenção de nível 1 corresponde às verificações e ensaios realizados pela ETF antes da partida dos comboios ou em trânsito, enquanto que a manutenção de nível 2, a cargo da ERM, corresponde a inspeções, verificações, testes, substituição rápida de consumíveis e operações preventivas e corretivas de duração limitada entre duas viagens programadas. Por estas definições utilizadas pela ERM no estabelecimento do plano de manutenção dos vagões, fica claro que operações como a medição do perfil e diâmetros dos rodados não se enquadram na manutenção de nível 1 e enquadrar-se-ão forçosamente no nível 2 ou superior de manutenção, da responsabilidade da ERM.

No entanto, conforme o acima referido guia da Agência Ferroviária Europeia deixa claro, apesar de haver algumas referências gerais, a consistência exata das verificações e ensaios realizados antes da partida dos comboios ou em trânsito pelas ETF não se encontra uniformizada, devendo ser feita pelas próprias partes interessadas. Por este motivo *“ao estabelecer e atualizar o ficheiro de manutenção, é importante para a ERM conhecer o conteúdo das referidas inspeções e das suas possíveis diferenças. Para esse efeito, é crucial a cooperação entre as ETF e a ERM”* [tradução do GPIAAF].

Daqui fica evidente que a ERM tem o dever de se inteirar da consistência das operações de inspeção realizadas pelas ETF no âmbito das suas obrigações a fim de integrar essa informação e retorno de experiência no processo de manutenção dos vagões e na monitorização do processo de controlo do risco de os vagões não manterem as suas condições de operação segura entre ciclos.

Na investigação foi constatado que a ERM desconhecia a consistência das inspeções realizadas pela ETF, tal como esta desconhecia o plano de manutenção dos vagões definido pela ERM.

Nos termos do anexo III do Regulamento (UE) 445/2011, a ERM tem procedimentos para recolher, monitorizar e analisar periodicamente os dados de segurança relevantes, incluindo nomeadamente a eficácia das medidas de controlo dos riscos e a informação relativa à experiência, às avarias, aos defeitos e às reparações, resultante da exploração e manutenção diárias. Complementarmente, nos termos do Regulamento (UE) 1078/2012 a ERM, de acordo com a estratégia e prioridades que entender, é responsável por definir um plano de monitorização para *“a correta execução e a eficácia dos processos e procedimentos que integram o sistema de gestão, incluindo as medidas de controlo dos riscos técnicos, operacionais e organizacionais”*. *“O processo de monitorização é alimentado por todos os processos e procedimentos do sistema de gestão, incluindo as medidas de controlo dos riscos técnicos, operacionais e organizacionais”*.

O Regulamento estabelece também que, *“no quadro do processo de monitorização, devem identificar-se, tão cedo quanto possível, as situações de incumprimento no contexto da aplicação do sistema de gestão suscetíveis de dar origem a acidentes, incidentes, quase acidentes ou outras ocorrências perigosas. O processo deve conduzir à aplicação de medidas de correção das situações de incumprimento”*. Para tal devem ser recolhidas regularmente todas as informações que sejam necessárias.

Os achados da investigação evidenciam que as medidas de controlo de risco estabelecidas pela ERM para assegurar que os veículos se mantinham em condições de operação segura entre os ciclos de manutenção não foram eficazes para impedir o desenvolvimento das anomalias nos três rodados dos vagões, impeditivas da sua operação; também, o processo de monitorização implementado pela ERM nos termos do Regulamento (UE) 1078/2012 não teve a robustez necessária para identificar que as medidas de controlo de risco que assentavam nas inspeções da responsabilidade da ETF não eram eficazes para detetar o desenvolvimento de condições impróprias para a circulação dos vagões. Tais factos não permitiram a identificação das desconformidades nem a devida atualização do ficheiro de manutenção dos veículos em conformidade, indicando assim a necessidade de reavaliação do risco e de reforço pela ERM das medidas de monitorização do seu sistema de manutenção.

4.2.7. A verificação pela ETF da aptidão dos vagões Uacs Transfesa para integrar um comboio

Os três vagões Uacs Transfesa com a anomalia referida na secção anterior que integravam a composição acidentada, objetivamente não cumpriam as condições requeridas para circular no comboio sem restrições, por ultrapassarem os limites operacionais admissíveis em serviço. Este facto evidencia que os procedimentos do SGS da empresa de transporte ferroviário destinados a assegurar que a condição dos veículos de que não era ela própria a ERM, integrantes de um comboio, era tal que garantisse a operação segura deste, não foram eficazes para detetar a desconformidade operacional existente nos referidos vagões que impedia a sua circulação normal e resultar na sua não integração na composição, desencadeando em sequência as ações necessárias junto da respetiva ERM. Considerando também que tal anomalia nos rodados demora tempo a desenvolver-se, tal também significa que os vagões afetados estavam indevidamente em circulação já há algum tempo.

O guia de aplicação do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE e do Regulamento (UE) 445/2011 produzido pela Agência Ferroviária Europeia é claro quando indica no seu ponto 9.3 que, sem prejuízo de estar certificada a ERM dos vagões utilizados pelas ETF:

- *“A certificação de uma ERM, como qualquer outra certificação, não garante à ETF que nunca vão existir não-conformidades nos vagões decorrentes de manutenção inadequada.*

Consequentemente, a ETF é responsável por tomar medidas de controlo adicionais [...]. A ETF deve realizar inspeções antes da partida do comboio ou em trânsito. Essas inspeções devem cumprir com os processos descritos no seu SGS. A ETF tem de assegurar que cada veículo no seu comboio está numa condição que não comprometa a segurança das operações. Não tem como objetivo controlar se a manutenção foi apropriada e feita de modo correto, mas sim que os veículos estão num estado adequado para uma utilização segura.

*Algumas dessas inspeções são realizadas pela própria ETF (por exemplo, maquinistas ou pessoal operacional), para outras a ETF pode subcontratar outras entidades como carregadores ou oficinas de manutenção. Mas mesmo se subcontratar algumas das tarefas a outras entidades, a ETF **mantém a responsabilidade**, em conformidade com o artigo 4.º-3 da Diretiva 2004/49/CE. Cabe à ETF decidir como cumprir as suas obrigações e, se necessário, acordar com as outras entidades envolvidas as regras e procedimentos que estas assumem por conta da ETF.*

- *As inspeções antes da partida e em trânsito podem ser consideradas pela ERM como informação quanto ao nível de desempenho mínimo requerido pelas ETF ou quanto às limitações das ETF na operação dos vagões. Portanto esta informação deve ser considerada pela ERM para a atualização do processo de manutenção.*

Por outro lado, pode haver informação específica incluída no processo de manutenção que pode ser considerada pela ETF para atualizar o conteúdo das medidas de inspeção/monitorização antes da partida e em trânsito.

Consequentemente, deve ser desenvolvida a troca de informação técnica entre as entidades.” [tradução do GPIAAF]

Na investigação foi constatado que a ETF desconhecia o plano de manutenção dos vagões definido pela ERM, tal como esta desconhecia a consistência das inspeções realizadas pela ETF.

O referido guia de aplicação do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE e do Regulamento (UE) 445/2011 conclui que:

“A ETF deverá implementar quaisquer outras medidas de controlo adicionais que considere necessárias para controlar os riscos identificados quanto ao fornecimento de

manutenção. Esses riscos podem ser identificados através de uma abordagem estruturada de avaliação de risco e uma análise sistemática dos achados das monitorizações de rotina realizadas pela ETF no âmbito do seu SGS.

Na prática, compete à ETF considerar as relações contratuais adequadas a manter os riscos associados ao fornecimento de manutenção sob controlo. A ETF mantém-se totalmente responsável pelo controlo dos riscos inerentes às atividades de manutenção, mesmo se esse controlo for subcontratado a terceiros.” [tradução do GPIAAF]

Desta forma, as desconformidades detetadas nos vagões em serviço no comboio evidenciam que a ETF necessita de robustecer os seus procedimentos de monitorização e inspeção da aptidão operacional do material circulante para integrar os seus comboios, complementando-os com as ações que sejam necessárias para controlar o risco de utilização de veículos contendo deficiências impeditivas da sua utilização segura, reforçando também o seu sistema de troca de informações com a ERM relativamente à consistência e resultados das ações de inspeção que realiza no âmbito das suas obrigações, de molde a permitir integrar no plano de manutenção dos vagões o retorno da experiência da sua utilização.

4.2.8. Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária

O art.º 4.º do Regulamento (UE) n.º 1158/2010 estabelece que a autoridade nacional de segurança deve supervisionar a aplicação contínua do sistema de gestão da segurança por parte das empresas ferroviárias. Entre outros princípios definidos para a supervisão, devem ser visadas principalmente as atividades que *“suscitam os riscos mais graves ou em que os perigos são menos bem controlados”*⁵⁷.

O IMT, na sua qualidade de autoridade nacional de segurança ferroviária, tinha previsto no seu plano de auditorias para o ano de 2015, auditar o Sistema de Gestão de Segurança do GI na vertente respeitante à manutenção da infraestrutura, componente do sistema ferroviário responsável por uma parte significativa do aumento dos precursores de acidente registada em ambiente ferroviário. Contudo, devido a falta de meios, não lhe foi possível realizar a referida auditoria até à data do acidente. Aliás, desde o ano 2011 até 2017, o IMT apenas teve capacidade para realizar uma auditoria ao SGS de uma empresa de transporte ferroviário.

Apesar de a ação de supervisão do IMT sobre o desempenho do sistema ferroviário em matéria de segurança ter vindo a consistir de diversas ações, incluindo atuação para análise dos precursores ligados à manutenção da infraestrutura, a ausência de realização de auditorias sobre a aplicação dos SGS das empresas ferroviárias – sistema basilar da atual estrutura de gestão da segurança ferroviária – evidencia uma lacuna significativa numa componente muito importante das suas funções de supervisão.

O facto de o IMT nunca ter procedido a qualquer auditoria à aplicação do Sistema de Gestão da Segurança do GI, nomeadamente às partes deste sistema que interessam à manutenção da infraestrutura e controlo dos prestadores de serviços, também não permitiu que as debilidades explanadas quanto aos processos de execução dos trabalhos e sua supervisão, e monitorização interna do SGS pelo GI referida na alínea acima, tenham sido identificadas e objeto de melhoria.

O facto de o IMT nunca ter procedido a qualquer auditoria à aplicação do Sistema de Gestão da Segurança da MEDWAY (e sua antecessora), nomeadamente às partes deste sistema que interessam às verificações e monitorizações da aptidão do material circulante que utiliza para integrar os comboios, também não permitiu que as debilidades explanadas atrás quanto a este aspeto tenham sido identificadas e objeto de correção.

⁵⁷ Regulamento (UE) n.º 1158/2010, anexo IV, ponto 4.

4.2.9. Árvore causal do acidente

Da análise às evidências, o GPIAAF estabeleceu a árvore causal do acidente, a qual se apresenta no anexo 3.

4.3. Conclusões

A investigação estabeleceu as seguintes causas e fatores causais e contributivos para o acidente:

4.3.1.a. Causa imediata

Situação, acontecimento ou comportamento a partir do qual nada poderia ser feito para evitar o acidente.

A causa direta do acidente foi a perda de guiamento dos rodados do *bogie* dianteiro do segundo vagão da composição, consistente com o alívio da carga vertical nas correspondentes rodas do lado esquerdo no sentido da marcha.

Fundamentação em 4.2.1

4.3.1.b. Fatores causais

Quaisquer atos ou condições necessários para o acidente, que não sejam causas subjacentes ou causas profundas. Eliminar ou evitar qualquer um destes fatores causais teria impedido o acidente.

A existência de anomalias no nivelamento transversal da via, resultaram em valores de parâmetros geométricos excedendo os limites admitidos para a circulação normal de comboios na zona da perda de guiamento dos rodados.

[FCau-01]

Fundamentação em 3.4.2.2 e 4.2.1.1

As anomalias na geometria da via têm a maior probabilidade de ter decorrido da sua deformação sob o efeito da passagem dos comboios ocorrida após a intervenção de manutenção realizada em 31-03-2017.

[FCau-02]

Fundamentação em 4.2.2 e 4.2.3

As características do vagão (dimensões e massa) e a sua resposta dinâmica à geometria da via existente no local, tornaram-no suscetível de ter a sua margem de segurança ao descarrilamento anulada.

[FCau-03]

Fundamentação em 4.2.1.1

É possível que a resposta dinâmica do vagão à geometria da via existente no local tenha sido influenciada adicionalmente pela dinâmica dos veículos que lhe eram adjacentes, incluindo a resultante das anomalias existentes num rodado de cada um, impeditivas da sua utilização sem restrições.

[FCau-04]

Fundamentação em 4.2.1.2

As anomalias constatadas em veículos presentes no comboio, da mesma série daquele por onde o descarrilamento se iniciou, indicam que o regime de inspeção e manutenção a que os mesmos estão sujeitos não é inteiramente adequado, pelo que não permite excluir terminantemente que alguma anomalia indetetável devido aos danos sofridos por aquele vagão no acidente possa ter também sido fator causal deste.

[FCau-05]

Fundamentação em 4.2.1.3

4.3.1.c. Fatores contribuintes

Quaisquer atos ou condições que influenciem o resultado de um acidente, por aumentarem a probabilidade da sua ocorrência, acelerarem o momento da sua ocorrência ou aumentarem a severidade das suas consequências. A eliminação de um ou mais destes fatores não teria impedido o acidente.

É possível que a pluviosidade ocorrida nos dias anteriores à intervenção, associada às inadequadas condições de drenagem da via persistentes no local, tenham contribuído para o processo de deformação da via.

[FCon-01]

Fundamentação em 4.2.3

A quebra do engate entre o primeiro e o segundo vagão contribuiu para a magnitude das consequências do acidente.

[FCon-02]

Fundamentação em 4.2.5

4.3.1.d. Causas subjacentes

Quaisquer fatores relacionados com as competências dos intervenientes, procedimentos e manutenção.

Os trabalhos de manutenção da via realizados na véspera do acidente não foram executados e verificados de forma adequada a garantir a qualidade do resultado da intervenção.

[CSub-01]

Fundamentação em 4.2.2

Nomeadamente, a não realização de medições e a não observação do primeiro comboio a passar após a intervenção, contrariando as disposições para a realização do trabalho, resultaram na impossibilidade de verificação da qualidade do suporte das travessas e da adequada geometria da via.

[CSub-02]

Fundamentação em 4.2.2.2

O método utilizado para a realização da intervenção de manutenção não estava suportado em procedimentos de trabalho específicos, pelo que não havia sido objeto de estudo e avaliação técnicas da sua adequação ao tipo de anomalia a retificar.

[CSub-03]

Fundamentação em 4.2.2.1

A formação facultada à equipa de trabalho do prestador de serviços e ao agente do gestor da infraestrutura encarregado da fiscalização e receção dos trabalhos, não foi suficiente para que estes trabalhadores apreciassem a criticidade em garantir uma rigorosa qualidade de execução dos trabalhos da geometria da via no local para a segurança da circulação dos comboios.

[CSub-04]

Fundamentação em 3.6.2, 4.2.2.1, 4.2.2.2 e 4.2.2.3

4.3.1.e. Causas profundas

Quaisquer fatores relacionados com os sistemas de gestão de segurança, procedimentos organizativos ou quadro regulamentar ou regulatório.

O processo de controlo do trabalho executado pelos prestadores de serviços contratados pelo GI, previsto no seu Sistema de Gestão da Segurança, não teve a robustez necessária para evitar a deficiente fiscalização que existiu sobre a execução dos trabalhos realizados no local.

[CPro-01]

Fundamentação em 4.2.2.4

Adicionalmente, o processo de auditorias internas para efeito de monitorização e melhoria contínua de processos, previsto no Sistema de Gestão da Segurança do GI, não foi eficaz para identificar:

- a lacuna existente no controlo do trabalho executado pelo prestador de serviços,
- a lacuna existente na formação do pessoal envolvido nesse controlo, e,
- a inexistência de procedimentos que enquadrassem tecnicamente o método de trabalho utilizado naquele tipo de intervenções.

[CPro-02]

Fundamentação em 4.2.2.4

Ainda, o processo do Sistema de Gestão da Segurança do GI relativo à análise e avaliação de riscos, não identificou o risco correspondente à utilização de um método de trabalho não suportado em procedimentos nas operações de nivelamento com meios mecânicos ligeiros em zonas de travessas dançantes com balastro contaminado com finos.

[CPro-03]

Fundamentação em 4.2.2.1.b

No respeitante às condições de operacionalidade dos veículos que integravam o comboio, o processo da ETF destinado a assegurar que os veículos estão aptos a integrar um comboio não teve a robustez adequada a garantir a identificação de eventuais anomalias impeditivas da sua utilização sem restrições, não tendo tido em consideração no estabelecimento do processo de inspeções a seu cargo do material circulante, o plano de manutenção definido pela ERM para os veículos.

[CPro-04]

Fundamentação em 4.2.7.

No que respeita à manutenção do veículo, as medidas de controlo de risco estabelecidas pela ERM para assegurar que os veículos se mantinham em condições de operação segura entre os ciclos de manutenção não foram eficazes para impedir o desenvolvimento das anomalias nos três rodados de vagões; também, o sistema de monitorização que a ERM tem implementado não teve a robustez necessária para detetar que o processo de inspeções do material circulante a cargo da ETF não era suficiente para controlar o risco de os vagões não se manterem em adequadas condições de utilização entre os ciclos de manutenção definidos pela ERM.

[CPro-05]

Fundamentação em 4.2.6

Por fim, o facto de o IMT, enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária, no âmbito das suas obrigações de supervisão, por falta de meios nunca ter procedido a qualquer auditoria à aplicação dos Sistemas de Gestão da Segurança do gestor da infraestrutura e da empresa de transporte ferroviário, também não permitiu que as debilidades referidas tenham sido devidamente identificadas e objeto de melhoria.

[CPro-06]

Fundamentação em 4.2.8

4.4. Observações suplementares

No decurso da investigação foram constatadas algumas lacunas não diretamente relacionadas com o acidente, mas que podem ser relevantes para a segurança noutras situações.

4.4.1. A segurança dos trabalhadores na intervenção executada na via em 31-03-2017

Conforme indicado em 3.4.2.3.b, a intervenção de manutenção realizada nas imediações do local do acidente em 31-03-2017 incluiu trabalhos de ataque na fila baixa da curva, ou seja, envolvendo a presença de trabalhadores de ambos os lados do carril mais próximo da via ascendente.

A Instrução de Exploração técnica n.º 77 – “*Normas e Procedimentos de Segurança em Trabalhos na Infraestrutura Ferroviária*”, emitida pelo IMTT em 15 de Junho de 2009, define zonas de risco delimitadas por distâncias de segurança que visam proteger os trabalhadores dos riscos inerentes ao desenvolvimento de trabalhos na ferrovia.

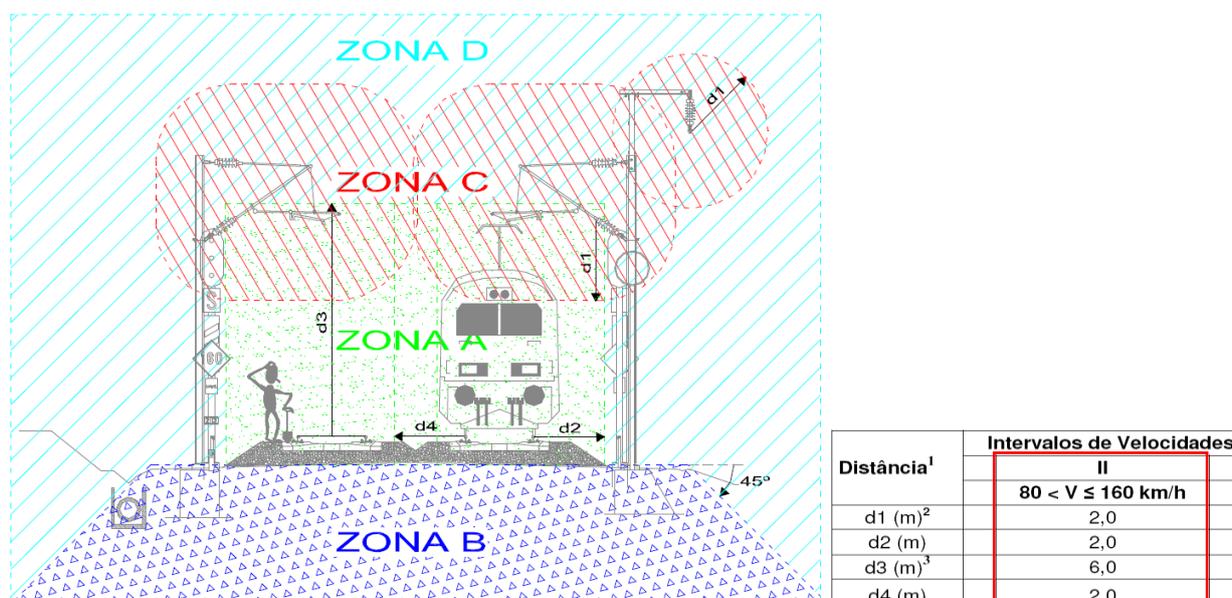


Figura 85 – Zonas de risco nos trabalhos em área ferroviária e tabela das distâncias das zonas de segurança [IET 77]

Na figura supra verifica-se que a distância d4 corresponde à distância para o lado da entrevista da zona de risco A da via adjacente aos trabalhos para que a passagem das circulações na via não afete a segurança dos trabalhadores na via adjacente.

A IET 77 institui também os procedimentos a serem adotados sempre que qualquer atividade ocorra, ou tenha a possibilidade de vir a ocorrer, na via-férrea ou nas zonas contíguas, e define as medidas mínimas de segurança a ter em linha de conta aquando da sua programação, em função das zonas de risco invadidas e do tipo de equipamentos a utilizar. Para isso o referido documento, lista no seu anexo II tão exaustivamente quanto possível, os trabalhos e atividades das diversas especialidades ferroviárias, que são classificados em relação às medidas mínimas de segurança que exigem.

Neste caso em concreto foram implementadas as medidas mínimas de segurança prescritas na IET 77 para “ataque com meios mecânicos ligeiros” (medidas 3 e 5), nomeadamente a implementação de um sistema de aviso de aproximação de circulações e uma limitação temporária de velocidade máxima de circulações na via em que decorriam os trabalhos.

Para as velocidades máximas da via ascendente⁵⁸, a tabela da figura anterior atribui à distância d4 o valor de dois metros, o que significa que a zona de risco A da via adjacente alcança parte da zona onde os trabalhadores estiveram a desenvolver trabalhos de ataque na fila baixa da via descendente. No entanto, na via adjacente não foi implementada qualquer limitação de velocidade, sendo ainda de relevar que os trabalhadores desenvolviam trabalhos com os “cobra”, os quais tendo um motor de combustão interna desenvolvem níveis elevados de ruído que podem dificultar a audição em tempo útil dos avisos da rápida aproximação de circulações ferroviárias na via ascendente que naquelas circunstâncias ocorria.

Portanto, do exposto, constata-se a existência de uma desconformidade no que respeita às medidas de proteção dos trabalhadores na intervenção, a qual não foi detetada até ao final da sua realização por nenhum mecanismo de controlo interno do gestor da infraestrutura.

A intervenção na via decorreu da abertura de uma falha, figura que existe no procedimento PR.GR.005 do GI para efeito do tratamento e resolução de avarias que surjam na infraestrutura e que necessitem de ações de reparação.

Quando são urgentes estas podem ser feitas quase imediatamente pelos órgãos locais, os quais apenas articulam com o CCO afetado as medidas de segurança a aplicar. Caso contrário, está previsto na regulamentação aplicável um processo de programação, que tem subjacente a necessidade de elaboração, análise e aprovação por vários órgãos de um plano de trabalhos, o qual inclui as medidas de proteção aos trabalhadores.

Ora, no caso em apreço, entre a identificação da anomalia na geometria da via e a realização da intervenção decorreram cerca de três dias, prazo este que dificilmente configura uma situação de urgência incompatível com uma programação dos trabalhos, o que, pelo processo de verificação que tem subjacente, tenderia a identificar atempadamente as lacunas quanto às condições de proteção dos trabalhadores.

A ocorrência destes factos deve suscitar uma reflexão por parte do gestor da infraestrutura no sentido de identificar o enquadramento organizacional e de procedimentos que conduz a que tal tenha ocorrido e a tomar as medidas necessárias no sentido da realização de trabalhos na via ter sempre garantidas as condições mínimas de segurança prescritas na regulamentação.

⁵⁸ As velocidades de 110 km/h para comboios convencionais e 140 km/h para comboios pendulares.

4.4.2. Rastreabilidade dos componentes de segurança dos vagões Uacs mantidos pela Transfesa S.A.

Nos trabalhos de investigação foi identificada a dificuldade de fazer corresponder os rodados que ficaram dispersos pelo local do acidente, aos vagões Uacs Transfesa a que pertenciam. Ou seja, a que posição em cada vagão correspondia cada roda e respetiva caixa de eixo, por forma a reconstituir estes elementos como estavam no veículo antes do acidente para permitir uma análise adequada⁵⁹.

Dos identificadores inscritos no vagão e nos seus componentes não foi possível determinar inequivocamente para cada rodado a que posição e orientação correspondiam no vagão. Da documentação disponibilizada pela ERM dos veículos só foi perceptível quais os quatro rodados que pertenciam a um determinado vagão, não sendo possível conhecer a respetiva posição e orientação.

Solicitados pelo GPIAAF, os representantes da ERM, perante as peças e os vagões, também não foram capazes de reconstituir os órgãos de rolamento nas posições em que haviam saído da intervenção “R”.

O Regulamento (UE) n.º 445/2011, de 10 de Maio de 2011, relativo ao sistema de certificação das entidades responsáveis pela manutenção de vagões de mercadorias, refere que, de entre os requisitos e critérios de avaliação respeitantes à função de gestão da manutenção, na aplicação da metodologia de documentação à função de gestão da manutenção, deve:

“... garantir-se a rastreabilidade, pelo menos, dos elementos seguintes:

(...)

b) a configuração dos veículos, incluindo em especial, mas não exclusivamente, os componentes de segurança”⁶⁰.

As evidências demonstram que, nos vagões envolvidos no acidente em que tal identificação poderia ser relevante, não estava assegurada a conformidade com o cumprimento desta determinação do Regulamento (UE) n.º 445/2011 quanto à rastreabilidade da configuração dos componentes de segurança nos veículos.

Na situação presente este facto não prejudicou a identificação das causas do acidente, no entanto tal desconformidade pode ser relevante noutras situações.

⁵⁹ No primeiro *bogie* que descarrilou, por um acaso, não existiu esse problema porque se manteve praticamente íntegro, tendo os seus componentes principais sido integralmente marcados pelo GPIAAF no local para garantir a necessária rastreabilidade no processo de investigação.

⁶⁰ Regulamento (UE) n.º 445/2011, anexo III, Capítulo II, 7.b.

Página propositadamente deixada em branco

5. MEDIDAS ADOTADAS

O gestor da infraestrutura e o IMT comunicaram ao GPIAAF a adoção de medidas na sequência do acidente, as quais se passa a enumerar.

Pelo gestor da infraestrutura:

Na sequência deste acidente, o GI comunicou ao GPIAAF as seguintes medidas adotadas:

1. *No âmbito do seu Sistema de Gestão de Segurança, o GI desde logo reforçou as medidas de monitorização e ações inspetivas à infraestrutura de via, atendendo também ao aumento dos precursores de acidente do tipo “deformação na via” e “carril partido”.*
2. *Desde o descarrilamento foram também desde logo desenvolvidas ações de avaliação de procedimento e suporte documental, com reflexão ao nível das principais áreas intervenientes na gestão e manutenção da infraestrutura.*

Para tanto foi desenvolvida auditoria tendo em vista a avaliação da eficácia dos procedimentos de manutenção da infraestrutura quando detetada anomalia/defeito, cujas recomendações, na generalidade, se encontram em fase de implementação.

Em paralelo, estão em curso no âmbito da atividade da manutenção ferroviária, outras ações de carácter específico, ou transversal, que, de forma agregada, contribuirão para mitigar os fatores de risco.

3. *Realização de Auditoria aos Procedimentos de Intervenções de Manutenção na Ferrovia*

Em resultado das recomendações da auditoria, estão em desenvolvimento as seguintes ações:

- *Diagnóstico ao conhecimento técnico dos colaboradores da manutenção ferroviária, que envolve um teste de avaliação e inquérito à chefia, a concluir até 31-12-2018.*
- *Reavaliação dos referenciais de formação e seus conteúdos de modo a verificar a adequação dos programas de formação de reciclagem de conhecimento.*
- *Formação com programa reajustado a iniciar no primeiro trimestre de 2019.*
- *Constituição de grupo de trabalho (GT) com propósito de elaborar procedimento:*
 - i. *definindo a forma de atuação em função do tipo de defeito geométrico e do valor do mesmo (tempo de resposta e limitação de velocidade);*
 - ii. *para controlo da boa execução dos trabalhos de correção das falhas, assegurando a conformidade destes com os normativos em vigor.**O GT apresentará os resultados até 31-10-2018.*

4. *Transitoriamente, no âmbito da gestão dos contratos de manutenção foram dadas orientações para que os prestadores de serviços garantam medições e registo dos parâmetros geométricos de via (antes e depois da intervenção), a disponibilizar à fiscalização num prazo não superior a 24h. No caso de existência de limitação de velocidade a comunicação será imediata.*
5. *Mensalmente, será auditado o cumprimento do registo dos parâmetros geométricos de via, que, nesta fase, exclui os defeitos de bitola, tendo para o efeito sido criado indicador de monitorização mensal.*

O indicador considera o número de ações conformes registadas no prazo definido sobre o número de ações realizadas, tendo como meta as intervenções de ação imediata com “status resolvida” de $\geq 95\%$.

(nota: entende-se que a ação está conforme, quando da mesma resulta a efetiva correção dos parâmetros geométricos de via, têm o registo das medições (antes e depois da intervenção), e são disponibilizados à Fiscalização no prazo definido).

6. *Realização de Auditorias Técnicas à atividade de fiscalização dos trabalhos*

De acordo com prática associada a Sistema de Gestão de Qualidade, são desenvolvidas auditorias técnicas internas no sentido de serem identificadas lacunas, falhas, ou erros associados a procedimentos, ações e registos.

No âmbito das 13 auditorias realizadas em 2016 e 2017 foram identificadas 13 constatações a carecer de correção/revisão, estando sete já resolvidas.

7. Formação de colaboradores

Tendo sido identificadas lacunas ao nível do conhecimento técnico das equipas operacionais, designadamente as afetas à fiscalização, foi reforçada em 2018 a componente formativa na especialidade de via, com enfoque na reciclagem dos conhecimentos.

Neste contexto, nos primeiros sete meses de 2018 foram ministradas 1253 horas de formação de reciclagem, que comparam com as 756 horas do total do ano de 2017.

De referir ainda que dos 336 colaboradores alvo de formação em via nos primeiros sete meses do ano corrente, 271 pertencem à carreira operativa (operadores, encarregados e supervisores).

8. Investigação para apuramento de responsabilidades

Do que vier a ser apurado em sede da investigação conjunta (GI/Operador/Cliente), poderão vir a ser aplicadas outras medidas, quer internas quer aos prestadores de serviço a quem foram contratualmente delegadas responsabilidades nesta área.

Algumas destas ações encetadas pelo gestor da infraestrutura tratam de aspetos identificados nas conclusões da investigação que, de outro modo, seriam objeto de recomendações de segurança pelo GPIAAF.

Pelo IMT:

Na sequência deste acidente, o IMT comunicou ao GPIAAF as seguintes medidas adotadas:

1. *Após conhecimento do acidente o IMT, no exercício das suas funções enquanto ANSF, deslocou-se ao local do acidente, no dia 02-04-2017, para verificar o estado do material circulante e infraestruturas envolvidos no acidente, bem como acompanhar as operações de carrilamento, de desobstrução da via e acondicionamento das condições de circulação ferroviária na via afetada.*
2. *No seguimento do acidente em assunto, no dia 07-04-2017 a ANSF solicitou à IP e à MEDWAY um conjunto de informação sobre a ocorrência, tendo recebido informação das partes nos dias 15-05-2017 e 03-05-2017, respetivamente, as quais foram enviadas para o GPIAAF no âmbito do processo de investigação em assunto.*
3. *No seguimento do acidente ocorrido, o IMT intensificou as suas ações no âmbito do estudo que estava a desenvolver sobre a evolução dos precursores de acidentes do tipo "deformação na via" e "carril partido", para o qual recebeu diversa documentação da IP respeitante ao assunto e da mesma foi dado conhecimento ao GPIAAF.*
4. *O acidente ocorrido em 01-04-2017 impulsionou, ainda, a conclusão dos trabalhos preparativos para a celebração de protocolo de colaboração entre o IMT e o LNEC no âmbito das infraestruturas ferroviárias, o qual acabou por ser celebrado em novembro de 2017, e renovado em 2018. A avaliação realizada aos indicadores de precursores de acidentes ferroviários relacionados com o estado das infraestruturas serviu de base de trabalho para a preparação de ações de inspeção à infraestrutura, estando presentemente [julho de 2018] a decorrer a inspeção das condições de circulação no troço Válega-Gaia.*
5. *O IMT reforçou ainda suas ações inspetivas e de controlo do desempenho da segurança do sistema ferroviário, através da observação atenta das ocorrências diárias da circulação ferroviária e solicitação de informação específica relativa às que se consideram relevantes em matéria de segurança da exploração ferroviária.*

Algumas destas ações encetadas pelo IMT tratam de aspetos identificados nas conclusões da investigação que, de outro modo, seriam objeto de recomendações de segurança pelo GPIAAF.

Mais nenhum interveniente comunicou a tomada de medidas em consequência do acidente, exceto no que diz respeito ao estabelecimento de um inquérito conjunto MEDWAY/IP para apurar as causas e responsabilidades do acidente.

Página propositadamente deixada em branco

6. RECOMENDAÇÕES

6.1. Enquadramento

As recomendações de segurança são propostas para melhoria da segurança ferroviária, sendo elaboradas com base nas conclusões de uma investigação a um ou mais acidentes ou incidentes.

As recomendações formuladas têm como **destinatário** a entidade que tem a competência legal de garantir que todas as recomendações formuladas são devidamente tidas em conta e, se for caso disso, aplicadas. Para além disso, normalmente é também indicada a **entidade implementadora**, ou seja, aquela diretamente responsável pela ação conducente ao fecho de cada recomendação.

Salienta-se que, em conformidade com a legislação comunitária e nacional, **as recomendações de segurança formuladas pelo GPIAAF não constituem, em caso algum, presunção de culpa ou de responsabilidade relativamente à ocorrência objeto da presente investigação**, tendo como único objetivo contribuir para a melhoria da segurança.

Como resultado da presente investigação, e tendo em consideração as medidas entretanto tomadas pelas partes envolvidas indicadas no capítulo 5, o GPIAAF entende fazer **sete** recomendações de segurança, cinco delas relativas às causas do acidente, e duas relativas a observações suplementares.

Nos termos do art.º 12.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, as entidades destinatárias das recomendações de segurança devem tomar as medidas necessárias para garantir que essas recomendações são devidamente tidas em conta e, se for caso disso, aplicadas, devendo o GPIAAF ser informado, pelo menos uma vez por ano, das medidas tomadas ou previstas.

6.2. Recomendações de segurança relativas à ocorrência

Recomendações: 5 (cinco)

Destinatário: Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária.

Procedimentos de manutenção, formação do pessoal e controlo dos prestadores de serviços, do gestor da infraestrutura

Recomendação n.º 2019/01: Recomenda-se ao **IMT** que proceda ao acompanhamento e verificação da concretização e implementação, no espaço de tempo que aquela autoridade considere adequado, das ações encetadas pela Infraestruturas de Portugal, S.A. registadas no capítulo 5 do presente relatório.

Fundamento: CSub-01, CSub-02, CSub-03 e CSub-04

Supervisão do sistema de gestão da segurança do gestor da infraestrutura pela autoridade nacional de segurança ferroviária

Recomendação n.º 2019/02: Recomenda-se ao **IMT** que, no âmbito das ações de supervisão do Sistema de Gestão da Segurança do GI que lhe competem, e tendo em consideração as conclusões da presente investigação, verifique a robustez dos processos relativos a:

- controlo dos trabalhos de manutenção executados pelos prestadores de serviços,
- auditorias internas para efeito de monitorização e melhoria contínua de processos,
- análise de risco dos processos associados à manutenção.

Fundamento: CPro-01, CPro-02 e CPro-03

Procedimentos do SGS da ETF para garantir que os veículos que integram os seus comboios estão aptos para o efeito

Recomendação n.º 2019/03: Recomenda-se ao IMT que, no menor prazo que seja exequível, a MEDWAY reforça e complementa os procedimentos do seu SGS relativos a controlar de forma adequada o risco da existência de vagões nos seus comboios com anomalias impeditivas de utilização sem restrições, e reforça também os seus processos de interação com as respetivas ERM, nos termos expressos nos pontos 9.3, 9.4 e 11 do guia de aplicação do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE e do Regulamento (UE) 445/2011, publicado pela Agência Ferroviária Europeia (ERA-GUI-100 v2.0).

Fundamento: FCau-04, FCau-05, CPro-04

Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária das condições para circulação dos vagões Uacs 83 71 930 5 XXX-X

Recomendação n.º 2019/04: Recomenda-se ao IMT que, no menor prazo que seja exequível, desenvolva as ações necessárias, em conformidade com o expresso no ponto 9.7 do guia de aplicação do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE e do Regulamento (UE) 445/2011, publicado pela Agência Ferroviária Europeia (ERA-GUI-100 v2.0), com vista a garantir que o regime de inspeções a cargo da ETF e de manutenção a cargo da ERM, aplicável aos vagões Uacs 83 71 930 5 XXX-X utilizados em Portugal, são devidamente compatibilizados e atualizados, tendo em consideração as anomalias detetadas na presente investigação.

Fundamento: FCau-04, FCau-05 e CPro-05

Nota: A presente recomendação é dirigida ao IMT uma vez que, enquanto a Diretiva (UE) 2016/798 não for transposta para o direito interno de cada Estado-Membro, as entidades de um Estado-Membro não têm qualquer obrigação de ter em consideração ou de responder a recomendações feitas pelo organismo de investigação de outro Estado-Membro. No entanto, no âmbito do Regulamento 445/2011 estão previstas determinadas prerrogativas sobre esta matéria às autoridades nacionais de segurança quando no âmbito da supervisão da atividade das empresas de transporte ferroviário são feitas constatações relativas à atividade das empresas responsáveis pela manutenção de vagões. Desta forma, a opção tomada considera-se ser o meio mais eficaz de atingir o objetivo da recomendação, dentro do presente enquadramento legal.

Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária

Recomendação n.º 2019/05: Recomenda-se ao IMT que, no menor prazo possível, garanta as condições para a efetiva concretização da execução regular de um plano plurianual de auditorias à aplicação dos Sistemas de Gestão da Segurança das empresas ferroviárias, no âmbito da ação de supervisão contínua que lhe incumbe enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária, considerando que não tem tido capacidade de meios para realizar as auditorias previstas nos seus planos anuais.

Fundamento: CPro-06

6.3. Recomendações de segurança relativas a observações suplementares

Recomendações: 2 (duas)

Destinatário: Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., enquanto Autoridade Nacional de Segurança Ferroviária.

Controlo das medidas de segurança nos trabalhos em ambiente ferroviário

Recomendação n.º 2019/06: Recomenda-se ao **IMT** que, no prazo que aquela autoridade de segurança considere aceitável, a Infraestruturas de Portugal, S.A. reveja os procedimentos do seu SGS no sentido de garantir que nas intervenções realizadas em ambiente ferroviário são sempre aplicadas as medidas de segurança para proteção dos trabalhadores, apropriadas às zonas de risco ocupadas por estes, estabelecendo para o efeito os mecanismos de controlo e verificação adequados e realizados por pessoal especializado na matéria, independentemente da antecedência de planeamento das intervenções.

Fundamento: 4.4.1

Supervisão da ERM pela entidade competente

Recomendação n.º 2019/07: Recomenda-se ao **IMT** que transmita à autoridade nacional de segurança sua homóloga em Espanha as constatações feitas no presente relatório relativamente à impossibilidade de completa rastreabilidade de alguns componentes de segurança dos vagões Uacs 83 71 930 5 XXX-X, para que a respetiva entidade responsável pela manutenção tome as ações necessárias para garantir a rastreabilidade da configuração dos veículos a seu cargo, incluindo em especial, mas não exclusivamente, os respetivos componentes de segurança.

Fundamento: 4.4.2

Nota: A presente recomendação é dirigida ao IMT, apesar de este não ter qualquer poder de supervisão neste aspeto, uma vez que enquanto a Diretiva (UE) 2016/798 não for transposta para o direito interno de cada Estado-Membro, as entidades de um Estado-Membro não têm qualquer obrigação de ter em consideração ou de responder a recomendações feitas pelo organismo de investigação de outro Estado-Membro. Desta forma, no âmbito das relações entre autoridades nacionais de investigação e das prerrogativas legais previstas para estas, a opção tomada considera-se ser o meio mais eficaz de atingir o objetivo da recomendação, dentro do presente enquadramento legal.

Página propositadamente deixada em branco

7. INFORMAÇÃO ADICIONAL

7.1. Abreviaturas e acrónimos

AMV	Aparelho de mudança de via
ANFS	Autoridade nacional de segurança ferroviária (IMT)
BCF	Boletim de composição e frenagem
CE	Coordenador de emergência
CONVEL	Controlo automático de velocidade
CP	Comboios de Portugal, E.P.E.
CPro	Causa profunda
EMEF	Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário, S.A.
ERAIL	Base de dados de investigações de acidentes e incidentes da Agência Ferroviária da União Europeia
ERM	Entidade responsável pela manutenção
ETF	Empresa de transporte ferroviário
Fcau	Fator causal
GEL	Gestor de emergência local
Fcon	Fator contribuinte
GI	Gestor da infraestrutura
GLE	Gestor local de emergência
GNR	Guarda Nacional Republicana
ICS	Instrução Complementar de Segurança
IET	Instrução de Exploração Técnica
IG	Instrução Geral
IMT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
INTF	Instituto Nacional do Transporte Ferroviário
IP	Infraestruturas de Portugal, S.A.
IS	Instrução de Sinalização
IT	Instrução Técnica
MN	Meganewton – 1 MN \approx 100 tonelada-força
NEV	Número europeu de veículo
nm/s	Nanometro por segundo – 1 nm = 1×10^{-9} m
PCC	Posto de Comando Central
PEG	Plano de emergência geral
PK	Ponto quilométrico
REFER	Rede Ferroviária Nacional, E.P.
RIV	Renovação integral de via (<i>no contexto de manutenção de via</i>)
RIV	<i>Regolamento Internazionale di Veicoli</i> – Regulamento Internacional de Veículos (<i>no contexto da utilização internacional de vagões</i>)
RFN	Rede ferroviária nacional
RGS	Regulamento Geral de Segurança
SGS	Sistema de gestão da segurança
sms	<i>Short message service</i>
UE	União Europeia

7.2. Glossário

Autoridade nacional de segurança ferroviária

O organismo nacional responsável pelas tarefas relacionadas com a segurança ferroviária nos termos da diretiva europeia relativa à segurança ferroviária, ou qualquer organismo encarregado dessas tarefas por vários Estados-Membros para garantir um regime de segurança unificado. Em Portugal é o Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P..

Barra longa soldada (BLS)

É um carril soldado, com um comprimento indefinido, em que exista uma zona central, de extensão variável com o tipo de fixação às travessas, em que as tensões internas atingem o seu valor máximo e os movimentos estão impedidos

Bitola

Também designada por largura da via, é a distância entre as faces interiores das cabeças dos carris de uma via simples, medida 15 mm (esta cota varia de país para país) abaixo da mesa de rolamento e em esquadria com os carris. A bitola normal praticada na Península Ibérica é de 1 668 mm. A bitola considerada normal internacionalmente é de 1435 mm.

Bitola métrica

Via em que a distância entre as faces interiores da cabeça dos carris é de 1 metro. Vulgarmente é impropriamente denominada *Via Estreita*.

Bogie

Estrutura mecânica constituída por um quadro, dois rodados ou mais e por um sistema de suspensão, que apoia a caixa dos veículos ferroviários e permite o seu guiamento nos carris e conforto.

Comboio

Conjunto de veículos rebocados ou impelidos por uma ou mais unidades motoras, conjunto de unidades motoras ou unidade motora isolada, que efetua um percurso determinado segundo uma marcha previamente estabelecida entre duas dependências. O termo comboio é também, por vezes, substituído pelo termo genérico circulação.

Comboio com pendulação ativa

Também designado por "comboio basculante" ou "comboio pendular", é um comboio que tem um sistema passivo ou ativo de inclinação das caixas dos veículos, permitindo, nas curvas e sem perda de segurança, a prática de velocidades superiores às do material convencional para equivalente conforto do passageiro às acelerações laterais.

CONVEL

Abreviatura de Controlo Automático de Velocidade. Sistema de proteção de comboios que, através de circuitos ressonantes indutivos colocados na via e de equipamentos de bordo correspondentes, verifica de modo pontual se as velocidades são cumpridas, se as frenagens são efetuadas e se os sinais de paragem são respeitados. Em caso de anomalia, o sistema desencadeia a aplicação automática dos freios, auxiliando assim os maquinistas no exercício das suas funções, impedindo que a velocidade dos comboios ultrapasse certos valores impostos pelas condições de segurança.

Coordenador de Emergência

Responsável que na retaguarda coordena toda a situação relacionada com a emergência.

Empresa de transporte ferroviário

Empresa detentora de licença cuja atividade principal consiste na prestação de serviços de transporte de mercadorias e/ou de passageiros por caminho-de-ferro, assegurando obrigatoriamente a tração, aí se compreendendo empresas que prestem apenas serviços de tração.

Entidade responsável pela manutenção

A entidade responsável pela manutenção de um veículo, registada como tal no Registo de Matrícula Nacional (RMN) previsto no artigo 33.º da Diretiva 2008/57/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Junho de 2008, relativa à interoperabilidade do sistema ferroviário comunitário.

Estação

Numa perspetiva meramente comercial, é um local de paragem das circulações ferroviárias. Em termos de exploração, é o conjunto de instalações fixas que possui pelo menos duas agulhas inseridas nas linhas gerais e

dispõe de equipamentos de segurança que permitem ao agente responsável pela segurança de circulação a interferência no cantonamento dos comboios e onde se podem realizar operações relativas à receção, formação e expedição de comboios. É limitada pelos sinais principais de entrada, se os tiver, ou pelas agulhas de entrada e de saída.

Gestor da infraestrutura

Entidade responsável por assegurar a disponibilização da infraestrutura e gerir a respetiva capacidade, assegurando a gestão dos sistemas de comando, controle de circulação e segurança e assegurando, ainda, a renovação e manutenção da infraestrutura e também a construção, instalação e readaptação desta.

Gestor de emergência local

Representante da Empresa de Transporte Ferroviário/Operador Ferroviário que no local da ocorrência coordena a situação relacionada com os passageiros ou mercadorias.

Gestor local de emergência

Representante do gestor da infraestrutura que no local da ocorrência coordena a situação, prestando ao Coordenador de Emergência todas as informações relativas à gestão da situação.

Infraestrutura

Conjunto definido pelas camadas localizadas sob o balastro, aterros e taludes de escavação, sistemas de drenagem superficial e profunda e onde se incluem as obras de arte destinadas a suportar a via.

Maquinista:

Agente habilitado a conduzir alguma unidade motora.

Material circulante:

Designação utilizada, de um modo geral, para o conjunto de veículos ferroviários.

Material motor

Designação dada ao conjunto de veículos dotados de tração.

Pendente

Troço de via com inclinação favorável ao movimento.

Plano de emergência

Tem como objetivo identificar as atribuições, definir as normas e procedimentos de atuação em situações de emergência, garantindo a articulação entre as ETF, o GI, as Forças de Segurança, os Serviços de Emergência e os Concessionários do Domínio Público Ferroviário.

Rádio solo-comboio

Sistema de comunicações em fonia, para controlo e comando de circulação, estabelecido entre o maquinista e o terreno ou vice-versa.

Rampa

Troço de via com inclinação desfavorável ao movimento.

Sistema de Gestão da Segurança

Sistema existente no gestor da infraestrutura e nas empresas de transporte ferroviário que comprove o cumprimento dos requisitos de segurança e integre as várias ações desenvolvidas no âmbito da exploração ferroviária. Corresponde a uma obrigação legal necessária para o desempenho da atividade.

Transição (entre troço de curva circular e alinhamento reto)

Igualmente designada de “concordância”, é o troço de via assegurando a ligação entre traçados com alinhamentos (em planta) diferentes, com um raio variável ao longo do seu desenvolvimento. É usada para assegurar uma variação gradual da aceleração transversal quando da passagem de um alinhamento reto para uma curva circular (ou vice-versa) ou entre duas curvas de raios diferentes. Na RFN atualmente é utilizada a curva matemática designada por clotóide.

Via ascendente

Via em que os comboios circulam da origem para o fim da linha, portanto no sentido crescente da quilometragem. Assim, sinais, aparelhos de via, catenária apresentam numeração crescente no sentido da circulação. Abreviadamente designa-se por VA.

Via descendente

Via em que os comboios circulam do fim da linha para a sua origem, portanto no sentido decrescente da quilometragem. Assim, sinais, aparelhos de via, catenária apresentam numeração decrescente no sentido da circulação. Abreviadamente designa-se por VD.

Via estreita

Via em que a bitola, distância entre as faces internas da cabeça dos carris, é inferior a 1435 mm. No nosso país é vulgarmente sinónimo de Via Métrica.

7.3. Bibliografia

Livros e outras publicações

- ALIAS, J. – *La Voie Ferrée – Techniques de construction et d’Entretien*. Eyroles: 1984.
- COPE, D. L. & ELLIS, J. B. – *British Railway Track – Plain Line Maintenance*. The Permanent Way Institution: 2001
- ESVELD, C. – *Modern Railway Track*. MRT Productions: 1989
- EUROPEAN RAILWAY AGENCY – *Guidance on good reporting practice (ERA/GUI/05/2010-EN)*. Valenciennes: 2010
- EUROPEAN RAILWAY AGENCY – *Guide for the application of the Commission Regulation No 445/2011 on a system of certification of entities in charge of maintenance for freight wagons (ERA/GUI/08-2011/SAF)*. Valenciennes: 2011
- EUROPEAN RAILWAY AGENCY – *ECM certification - Application guide including explanations (ERA/GUI/09-2011/SAF)*. Valenciennes: 2011
- EUROPEAN RAILWAY AGENCY – *Guide for the application of the Art 14 (a) of the Safety Directive and Commission Regulation (EU) No 445/2011 on a system of certification of entities in charge of maintenance for freight wagons (ERA-GUI-100)*. Valenciennes: 2015
- FONTANEL, E. & CHRISTELLER, R. – *Matériel roulant dans le système ferroviaire*. La Vie du Rail: 2016-2018.
- GOD, Diogo [et al] – *Investigação de Acidentes: Análise e Prevenção*. Brasil: Valer – Educação Vale: 2008
- HUDSON, A. [et al] – *Remediation of Mud Pumping on a Ballasted Railway Track*. International Conference on Transportation Geotechnics: 2016
- IWNICKI, S. – *Handbook of Railway Vehicle Dynamics*. Taylor & Francis Group, LLC: 2006
- LEWIS, R. & OLOFSSON, U. (ed) – *Wheel-rail interface handbook*. Woodhead Publishing
- LICHTBERGER, B. – *Track Compendium*. Eurail Press:2011
- LOSADA, M. – *Curso de Ferrocarriles. IV – Geometria y calidad de la via*. E. T. S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid: s/d
- MILNE, D. – *Monitoring and repair of isolated trackbed defects on a ballasted railway*. Transportation Geotechnics: 2018.
- MOLINARI, Y. – *Éléments de mécanique ferroviaire: Relations entre paramètres de voie, sécurité et vitesses de circulation*. Groupe interdisciplinaire de réflexion sur les traversées Sud-Alpines et l’aménagement du territoire Maralpin, Menton, França: 1999
- MUNDREY, J. S. – *Railway Track Engineering*. McGraw Hill Education (India): 2010
- PATÓN, J. L. A. – *Ingeniería y gestión del Mantenimiento en el Sector Ferroviario*. Ediciones Díaz de Santos. Espanha: 2009
- POYO, F. J. C. et al – *Diseño y características de la via*. Grupo Editorial Universitario, Espanha: 2005
- PRINCIPE, E. – *Nozioni sui veicoli FS per Transporte Merci*. Editrice Veneta, Itália: 2004
- PROFILLIDIS, V. A. – *Railway Engineering*. Ashgate, Reino Unido: 2000
- RODRIGUES, F.V. & FERREIRA, A. – *Influencia del trazado en la calidad geométrica de vías férreas*. Revista Vía Libre – Técnica. Madrid
- SANTOS, J. & CRUZ, A. – *Caminhos de ferro*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa: 1999
- SHEVTSOV I. Y. - *Wheel/Rail Interface Optimisation*. Tese para obtenção do grau de doutor. Universidade de Tecnologia de Delft. Países Baixos: 2008
- WICKENS, A. H. – *Fundamentals of rail vehicle dynamics guidance and stability*. Loughborough University, UK: 2013
- ZAAYMAN, L – *The basic principles of mechanised track maintenance*. PMC Media House GmbH, Alemanha: 2017

Normativo técnico

- DMA ESP 200120 (rev. 3) – *Instrução para a manutenção de rodados (via larga)*. CP, Lisboa: 2013
- EN 13848-5 - *Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line*
- EN 14363 - *Railway applications - Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - testing of running behaviour and stationary tests*
- IT.VIA.002 - *Bitolas de Via Larga, Sobrelarguras e Tolerâncias*. Rede Ferroviária Nacional, Lisboa.
- IT.VIA.018 - *Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via*. Rede Ferroviária Nacional, Lisboa: 2009
- IT.VIA.021 - *Tolerâncias de desgaste do perfil do carril*. Rede Ferroviária Nacional, Lisboa: 2009.
- ITV.11 - *Conservação metódica de via (Nivelamento-Levantes medidos)*. CP, Lisboa: 1979.
- ITV.14 - *Conservação das barras longas soldadas*. CP, Lisboa.
- *Manual para Formação de Assentadores de Via*. REFER, Lisboa.
- NP ENV 13803-1:2007 - *Aplicações ferroviárias – Parâmetros de projecto de traçado de via – Bitolas de via de 1435 mm e de valor superior – Parte 1: Plena Via*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal: 2007
- Report ORE B55/RP8 – *Conditions for negotiating track twist – Recommended values for the track twist and cant – Calculation and measurement of the relevant vehicle parameters*. UIC - Office de Recherche et d'Essais: 1983
- UIC 518:2003 – *Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour – Safety – Track fatigue; Ride quality*.
- UIC 530-2:1997 – *Wagons – Running safety*.

Página propositadamente deixada em branco

8. ANEXOS

- ANEXO 1 – Comunicação da decisão de investigar
- ANEXO 2 – Elementos explicativos sobre parâmetros geométricos de via
- ANEXO 3 – Árvore causal do acidente
- ANEXO 4 – Pronúncias das partes interessadas

Página propositadamente deixada em branco

ANEXO 1

Comunicação da decisão de investigar

Página propositadamente deixada em branco



REPÚBLICA
PORTUGUESA

PLANEAMENTO
E INFRAESTRUTURAS

GPIAAF - Gabinete de Prevenção e Investigação de
Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
Unidade de Transporte Ferroviário

COMUNICAÇÃO DE DECISÃO DE INVESTIGAR

Doc: GPIAAF-FI003v3

Página 1 de 2

DADOS DA INVESTIGAÇÃO

Identificação da Investigação: Inv_20170401	Data de decisão de abertura: 2017-04-07
Designação: Descarrilamento do comboio de mercadorias n.º 95204 próximo de Adémia, na linha do Norte, em 01-04-2017.	

OCORRÊNCIA

Descrição sumária: Descarrilamento de 9 vagões do comboio de mercadorias n.º 95204	
Data: 2017-04-01, 18:07h	Data da notificação ao GISAF: 2017-04-01, 18:26h [sms Medway]
Data de obtenção da informação necessária à análise preliminar: n/a	

ANÁLISE PRELIMINAR

Data: n/a	Autor: n/a	Proposta: n/a
-----------	------------	----------------------

DISPOSIÇÃO LEGAL:

<i>Diretiva (UE) n.º 2017/798</i>	<i>Decreto-Lei n.º 394/2007</i>	<i>Caracterização</i>	
Art.º 20.º - 1	Art.º 4.º - 1	Obrigatoriedade de investigação de acidentes graves, no âmbito da Diretiva	X
Art.º 20.º - 2	Art.º 4.º - 2	Investigação opcional de acidentes e incidentes que, em circunstâncias ligeiramente diferentes, poderiam ter conduzido a acidentes graves, no âmbito da Diretiva	
Art.º 22.º - 6	Art.º 4.º - 1	Obrigatoriedade de investigação de acidentes graves, fora do âmbito da Diretiva	
	Art.º 4.º - 2	Investigação opcional de acidentes e incidentes que, em circunstâncias ligeiramente diferentes, poderiam ter conduzido a acidentes graves, fora do âmbito da Diretiva	

DESIGNAÇÃO DO INVESTIGADOR RESPONSÁVEL

Luís Maria Feixeira Carvalho

DEFINIÇÃO DO ÂMBITO DA INVESTIGAÇÃO

<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da sequência de eventos que conduziu ao descarrilamento e modo como os vagões descarrilaram. • Estado da via, sua geometria e operações de manutenção nela realizadas. • Estado de funcionamento do material circulante e manutenção nele realizada. • Condições de circulação dos vagões e modo como estavam carregados. • Causas sistémicas que o decurso da investigação identifique relacionadas com o planeamento, gestão e supervisão das atividades e sectores relevantes das organizações envolvidas.
--



REPÚBLICA
PORTUGUESA

PLANEAMENTO
E INFRAESTRUTURAS

GPIAAF - Gabinete de Prevenção e Investigação de
Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
Unidade de Transporte Ferroviário

COMUNICAÇÃO DE DECISÃO DE INVESTIGAR

Doc: GPIAAF-FI003v3

Página 2 de 2

DEFINIÇÃO GENÉRICA DOS PROCEDIMENTOS A ADOTAR

- Recolha das evidências testemunhais e documentais necessárias ao âmbito definido para a investigação.
- Obtenção das características geométricas da via nos pontos e momentos relevantes.
- Determinação do histórico da evolução do estado da via no local e das operações de manutenção nela realizadas.
- Peritagem do material circulante relevante e determinação das operações de manutenção realizadas.
- Tratamento e análise dos indícios e informação recolhidos.
- Realização de simulações computacionais da interação entre o material circulante e a via, caso seja considerado necessário.
- Integração ou consulta a peritos em matérias específicas, caso seja necessário.
- Determinação da sequência de eventos.
- Realização de análise por árvore causal, árvore de falhas, análise de barreiras e outros métodos que sejam considerados adequados às matérias identificadas.

ENSINAMENTOS DE SEGURANÇA ESPERADOS

Os que decorram da investigação no sentido de introduzir as medidas corretivas necessárias para reduzir a um nível tão baixo quanto razoável o risco de recorrência dos fatores causais que sejam identificados.

ENTIDADES A NOTIFICAR DA DECISÃO DE INVESTIGAR (indicadas com **X**)

X	IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
X	Agência Ferroviária da União Europeia
X	IP – Infraestruturas de Portugal, S.A.
	CP – Comboios de Portugal, E.P.E.
X	MEDWAY – Transporte e Logística S.A.
	Fertagus, S.A.
	Takargo, Transporte de Mercadorias, S.A.
	Metropolitano de Lisboa, E.P.E.
	Metro do Porto, S.A. (Metropolitano A. M. Porto e Funicular dos Guindais)
	MTS - Metro, Transportes do Sul, S.A.
	Metro Ligeiro de Mirandela, S.A.
	Câmara Municipal de Sintra (Elétrico Sintra – Praia das Mações)
	Transpraia – Transportes Recreativos da Praia do Sol, Lda. (Costa da Caparica – Fonte da Telha)
	Gaprei - Gestão Aldeamento Pedras D'El Rei, S.A. (Caminho-de-ferro ligeiro da praia do Barril)
	Liftech - Tecnologia para Elevadores, Lda. (Funicular de Viana do Castelo)
	Confraria do Bom Jesus do Monte (Ascensor do Bom Jesus do Monte)
	Serviços Municipalizados da Câmara Municipal da Nazaré (Ascensor da Nazaré)
	Outros:

Nos termos legais a Decisão de Investigar será registada na base de dados pública [ERAIL](#) e será publicitada no sítio do [GPIAAF](#) na *internet* após a comunicação às entidades acima indicadas.

O Responsável pela
Unidade de Transporte Ferroviário,

Nelson Oliveira
(assinado no original]

ANEXO 2

Elementos explicativos sobre parâmetros geométricos de via

Página propositadamente deixada em branco

Para melhor compreensão da informação apresentada no presente relatório sobre parâmetros geométricos de via, apresentam-se alguns extratos do suporte normativo de maior relevância que lhe serve de base.

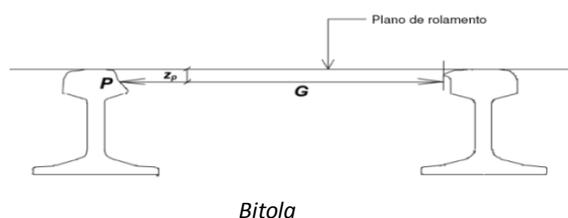
A Instrução Técnica de Via n.º 018 (ITV 018) – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via, documento normativo do gestor da infraestrutura, reflete o normativo internacional nesta matéria⁶¹, tendo no seu âmbito a definição das tolerâncias para os desvios verificados em relação aos valores de referência dos parâmetros geométricos da via para várias bitolas e que se consideram nas seguintes situações:

- Receção de trabalhos e
- Decisão sobre ações de manutenção.

Alguns dos valores relacionados com os desvios aos parâmetros geométricos da via, são definidos neste documento estando relacionados com os valores de projeto e outros relacionados com o desvio do valor máximo em relação ao valor médio.

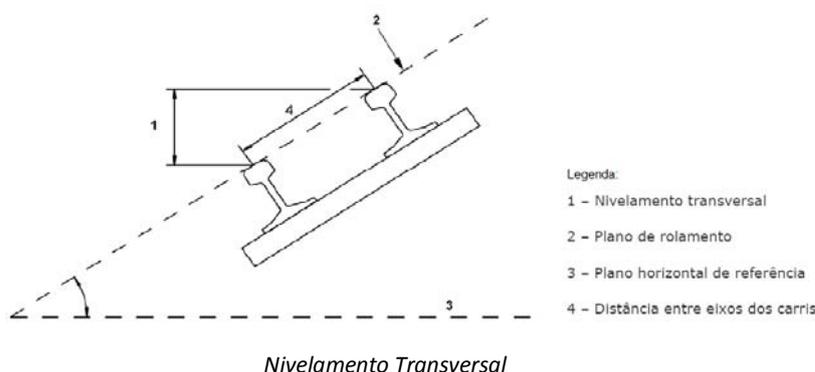
Os parâmetros fundamentais a ter em conta são os seguintes:

Bitola Pontual - A bitola pontual corresponde à menor distância G , entre as faces internas da cabeça de dois carris adjacentes, medida no ponto P a uma distância Z_p do plano de rolamento, que varia entre 0 mm e 15 mm, de acordo com a figura seguinte⁶²:



A bitola pontual é medida diretamente e avaliada por comparação com o valor nominal.

Nivelamento Transversal - Diferença em altura da mesa de rolamento de cada carril obtida pelo ângulo entre o plano de rolamento e o plano horizontal de referência. Corresponde à dimensão do cateto vertical de um triângulo retângulo que tem como hipotenusa um valor de referência representativo da distância entre os eixos dos carris.

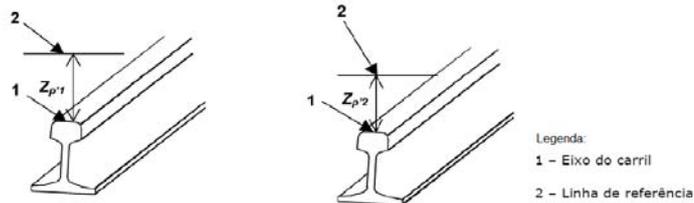


O nivelamento transversal é medido diretamente e avaliado por comparação com os valores de referência.

⁶¹ EN 13848-5 - *Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line*

⁶² Todas as figuras neste anexo são extraídas da ITV 018 do gestor da infraestrutura.

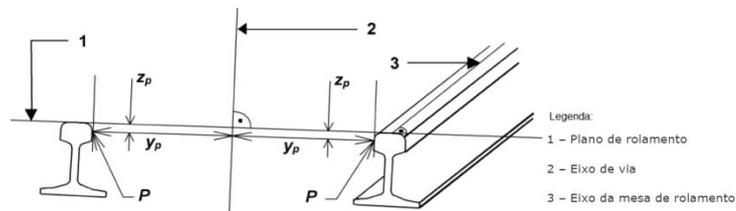
Nivelamento Longitudinal - Corresponde ao desvio Z_p , na direção Z, perpendicular ao plano de rolamento, em consecutivas posições, do eixo de cada carril, em relação a uma linha de referência paralela ao plano de rolamento, calculado em sucessivas medições.



Nivelamento Longitudinal

O nivelamento longitudinal é calculado em cada fila de carril, a partir da respetiva posição vertical e filtrado em bandas de comprimentos de onda (D1 e D2) relevantes para cada gama de velocidade de circulação.

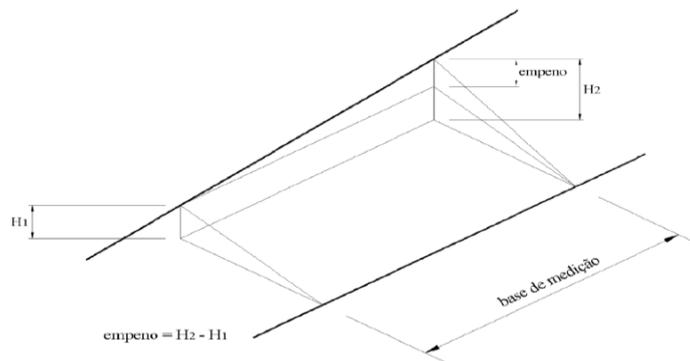
Alinhamento - Desvio Y_p na direção y, paralela ao plano de rolamento, em consecutivas posições, de P em cada carril, em relação a uma linha de referência intermédia, calculado em sucessivas medições.



Alinhamento

O alinhamento é calculado em cada fila, a partir da respetiva posição horizontal e filtrado nas bandas de comprimentos de onda D1 e D2.

Empeno - Considerando-se quatro pontos sobre a mesa de rolamento dos carris, dois sobre cada carril, formando um rectângulo, define-se como empeno, a distância vertical de um dos pontos ao plano formado pelos outros três. Na prática, o valor do empeno corresponde à diferença de dois nivelamentos transversais numa determinada base de medição.



Empeno

Por razões históricas, o empeno é normalmente calculado numa base de 3 m. Na avaliação para efeitos de decisão sobre ações de manutenção, a análise é efetuada por comparação do valor obtido com a tolerância que lhe seja aplicável.

Decisão sobre ações de manutenção

A avaliação da qualidade da via, com vista à decisão sobre ações de manutenção é efetuada através da consideração das seguintes tolerâncias:

- **Alerta** (Planeamento de trabalhos): Corresponde ao valor do parâmetro geométrico que, quando atingido, originará que o troço em questão seja incluído na programação de trabalhos de manutenção. O horizonte da programação de trabalhos será definido pelo órgão responsável pela manutenção da infraestrutura, tendo em conta os limites escolhidos e os meios disponíveis;
- **Intervenção** (Ações de curto prazo): Corresponde ao valor do parâmetro geométrico que, quando atingido, originará que o troço em questão seja, a curto prazo, alvo de ações de manutenção, por forma que a tolerância de ação imediata não seja atingida;
- **Ação imediata**: Corresponde ao valor do parâmetro geométrico que nunca deverá ser atingido em operação normal. Caso o seja obrigará que o defeito em questão seja alvo de correção imediata ou que o respetivo troço seja sujeito a redução de velocidade ou interdição.

Seguidamente apresenta-se um extrato dos valores referentes às tolerâncias máximas admissíveis dos parâmetros geométricos de via para a bitola de 1668 mm utilizada em Portugal para classes de velocidade entre 80 a 160 km/h.

Classe	IV			III		
	80 <V ≤ 120			120 <V ≤ 160		
Velocidade [km/h]	ALERTA	INTERVENÇÃO	AÇÃO IMEDIATA	ALERTA	INTERVENÇÃO	AÇÃO IMEDIATA
Parâmetro [mm]						
Bitola	-7/+25	-9/+30	-11/+35	-6/+25	-8/+30	-10/+35
Bitola média	-5/+22	-6/+25	-8/+27	-3/+16	-4/+18	-6/+20
Niv. Longitudinal D1	±16	±19	±26	±15	±17	±23
Niv. Longitudinal D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Alinhamento D1	±11	±13	±17	±9	±10	±14
Alinhamento D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Empeno (base 3 metros)	±12	±15	±21	±12	±15	±21

*Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via para linhas de bitola 1668 mm.
Trabalhos de manutenção.*

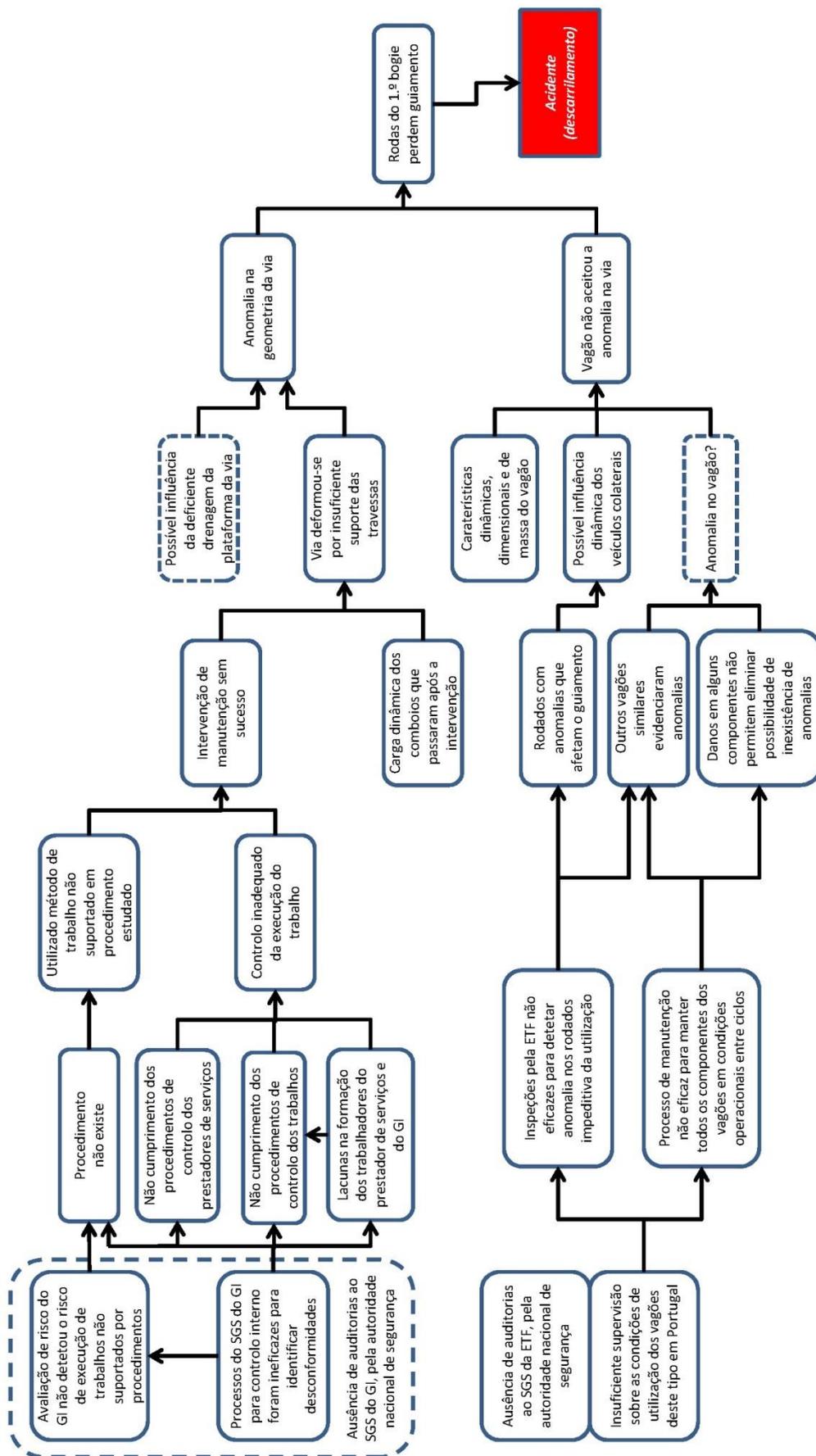
Nas curvas, a diferença entre o valor do nivelamento transversal e o seu valor de projeto não deverá exceder 20 mm.

Página propositadamente deixada em branco

ANEXO 3

Árvore causal do acidente

Página propositadamente deixada em branco



Página propositadamente deixada em branco

ANEXO 4

Pronúncias das partes interessadas

Página propositadamente deixada em branco

RELATÓRIO OBJETO DE PRONÚNCIA

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

Descarrilamento de comboio de mercadorias na Linha do Norte, próximo de Adémia, em 01-04-2017

ENTIDADE EMITENTE DA PRONÚNCIA

Infraestruturas de Portugal, S.A.

PRONÚNCIA RECEBIDA E COMENTÁRIOS DO GPIAAF

N.º	Pronúncia
01	<p><i>Referência: 1.2 e 4.3.1.d.</i></p> <p><i>“Os trabalhos de manutenção da via realizados na véspera do acidente não foram executados e verificados de forma adequada a garantir a qualidade do resultado da intervenção.”</i></p> <p>Considera-se que esta conclusão tem que ser enquadrada no referencial apresentado no relatório no ponto 4.2.2.1., que não foi o considerado pela IP nos trabalhos executados. Como referido no relatório, no ponto 2.3.6, “Tratou-se de uma ação paliativa realizada em regime de falha, face à execução a curto prazo da RIV naquele troço.”</p> <p>É ainda relevante considerar que, por regra, os maquinistas reportam ocorrências na infraestrutura, em particular os ressaltos/pancadas, e constata-se que após a realização dos trabalhos, a 31/03, não ocorreu qualquer reporte, apesar dos 80 comboios que passaram no local. Acresce que no âmbito da investigação, os maquinistas que foram ouvidos referiram nada de anormal ter identificado.</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>O GPIAAF mantém a afirmação feita, suportada nas evidências expressas no relatório. Sobre a ausência de indicação dos maquinistas dos comboios anteriores, conforme o relatório refere, a cronologia da progressão da geometria da via entre a realização dos trabalhos e o acidente é incerta e muito provavelmente não foi uniforme.</p> <p>Por outro lado, há que ter em consideração que a resposta do material circulante, logo, a perceção da tripulação, é diferente consoante as características dinâmicas dos veículos.</p> <p>A perceção dos maquinistas aos ressaltos/pancadas é, naturalmente, subjetiva e, no caso em apreço, tem de ter em consideração o comportamento geral no troço em questão, o qual, como indicado, era geralmente percecionado pelas tripulações entrevistadas como mau e agitado.</p>
N.º	Pronúncia
02	<p><i>Referência: 2.5</i></p> <p><i>“Foi também verificada informação sísmológica, que indicou que no dia do descarrilamento não foram registados eventos sísmicos que possam ser, de alguma forma, relacionados com o acidente.”</i></p> <p>A IP entende que não pode ser desprezado o efeito do abalo provocado pelo descarrilamento, sobre solos argilosos saturados, subitamente alterados pela duração e violência do impacto e do “charruar” que existiu nos segundos que durou o descarrilamento por parte de veículos com 60/80 toneladas desgovernados e aos tombos.</p> <p>Aliás, a Mecânica dos Solos explica que:</p> <p>“no caso de solos argilosos quando solicitados por ações dinâmicas, se estiverem num estado com elevado teor em água, o solo argiloso pode passar ao estado fluído, podendo fluir (isto pode ser verificado se o balastro estiver contaminado por finos em grande quantidade e numa zona próxima à do acidente, ou se existirem finos em grande quantidade nas zonas laterais à via férrea)”.</p> <p>Pelo exposto, poderá admitir-se que os parâmetros geométricos medidos após o descarrilamento tenham sido afetados pelo mesmo.</p>



Observações GPIAAF:

O GPIAAF agradece os sismogramas facultados e a apresentação deste assunto, o qual é interessante e, tanto quanto sabemos e conseguimos apurar, é a primeira vez que é considerado internacionalmente no âmbito da investigação a um descarrilamento.

De uma forma muito resumida, o GPIAAF não considerou na investigação a possibilidade aludida pela IP, pelas seguintes razões principais:

1. Todo o mecanismo de descarrilamento identificado no local é consistente com a geometria da anomalia medida.
2. A geometria da anomalia não é consistente com deformações da plataforma por liquefação uma vez que existem cotas de carril superiores ao nivelamento longitudinal teórico, o que não poderia ocorrer numa situação de liquefação do solo sob a carga de um comboio, que levaria a um abaixamento generalizado da zona afetada e nunca a uma subida.
3. Não era perceptível no perfil do balastro de toda a via e no encastramento das travessas no balastro, qualquer evidência de deformação que sugerisse um assentamento súbito da plataforma.

A questão suscitada pela IP levou a uma reconsideração do assunto, cujas conclusões se resumem:

O GPIAAF não tem notícia de alguma vez a vibração causada por descarrilamentos similares ou ainda mais violentos ter causado modificação da geometria da via a montante do local dos impactos do material circulante, por deformação da plataforma. O que, em boa verdade, não significa que tal não tenha alguma vez ocorrido ou, em teoria, não possa ocorrer.

Diversos autores indicam que o fenómeno de liquefação de solos apesar de mais frequente em solos granulares pode também ocorrer, sob certas condições muito específicas, em solos silto-argilosos e argilas especialmente suscetíveis, quando existentes em camadas de dimensão expressiva e com baixa compactidade, em que o teor em água seja consistentemente próximo do limite de liquidez, a água existente não possa ser rapidamente drenada, e para níveis elevados de vibração como os associados a sismos importantes.

Análises históricas de sismos em que ocorreu liquefação de solos sugerem que a magnitude necessária para a ocorrência deste fenómeno, quando os solos apresentam condições propícias para o efeito, será de pelo menos $M_w=5$. Para referência, o valor correspondente a um típico rebentamento de pedra tem uma magnitude entre 1 a 2, recordando-se que por cada aumento de unidade da magnitude, tal corresponde a um aumento da energia libertada em cerca de 31,6 vezes.

O solo de fundação da via no local tinha, à data do acidente, cerca de 155 anos de passagem contínua de comboios sem ter sido alterado, tendo em consideração que nem os trabalhos de eletrificação no início de década de 1960, nem a RIV realizada entre 1969 e 1973 na linha do Norte introduziram qualquer alteração na plataforma da via. Desta forma, não só o solo subjacente apresentaria uma significativa mistura com o balastro compactado pelos anos de carregamento (situação evidenciada pelos estudos feitos pelo LNEC no âmbito dos projetos de modernização da linha do Norte), como seria expectável que, se houvesse alguma suscetibilidade da massa de solo no local a liquefação, tal teria já ficado evidenciado pela atividade sísmica historicamente ocorrida ou pelas prospeções realizadas. Anota-se que não se pode confundir o fenómeno de liquefação súbita de solos coerentes causado por vibração, com o da ascensão gradual dos finos por "pumping" registada no local, que decorre de um elevado teor de água numa zona superficial e não confinada da plataforma devido a má drenagem desta, não sendo um efeito instantâneo e tendo outro tipo de mecanismo originador.

A velocidade de pico medida no sismógrafo, para o evento atribuível ao descarrilamento, foi de cerca de $6,5 \times 10^{-3}$ mm/s. Para referência este valor compara-se com a velocidade de pico de $4,9 \times 10^{-3}$ mm/s medida no mesmo sismógrafo devido a um rebentamento de lava na pedra da Cimpor em Souselas (serra do Alhastro), conforme dados facultados pela IP. Ou seja, com ordens de grandeza similares.

Segundo dados disponíveis nos relatórios ambientais da Cimpor, a monitorização de vibrações feita na envolvente da pedra em apreço, a fim de assegurar o cumprimento da legislação e níveis reduzidos não suscetíveis de causar danos nas edificações ou incomodidade excessiva nas pessoas que residem mais próximo, registou velocidades de pico de 1,2 mm/s como média anual e 3,7 mm/s com máximo anual. O limiar humano de perceção de vibrações deste tipo ronda os 0,2 a 0,8 mm/s, consoante a frequência destas.

Segundo os testemunhos recolhidos, em habitações localizadas a cerca de 300 m do local do



acidente, as pessoas notaram vibrações que podem ser caracterizadas entre “nítidas e incómodas” a “muito nítidas”. Segundo o critério utilizado pelo LNEC, e com a incerteza associada a este tipo de descrição qualitativa, tal corresponde a vibrações com velocidades de pico da ordem de 1 a 2 mm/s. Não há noção sobre que parte da vibração sentida se deveu a transmissão pelo solo e qual se deveu a transmissão aérea, sendo natural que esta última não tenha sido desprezável atendendo às características do acidente.

Vale a pena aqui referir, para se ter ideia da ordem de grandeza das vibrações em questão, que um martelo pneumático gera no solo vibrações com velocidade de pico da ordem dos 20 mm/s, um comboio gera nas travessas cerca de 40 mm/s, uma atacadeira gera no balastro cerca de 150 mm/s e um crava-estacas 500 mm/s. Estudos feitos no Centro de Geotecnia do IST concluíram que as gamas de velocidades vibratórias devidas ao trânsito rodoviário têm, por vezes, a mesma ordem de grandeza das que resultam das obras de escavação em macios rochosos, para distâncias não superiores à centena de metros.

Independentemente disso, constata-se que a vibração sentida pelos habitantes nas imediações do acidente foi similar ao valor médio da vibração monitorizada nas imediações da pedreira de Souselas. Tal sugere que a vibração no local de impacto terá sido significativamente inferior à gerada na pedreira uma vez que a distância média de monitorização da pedreira é cerca do dobro da distância ao local do acidente das habitações onde foi sentida a vibração, sendo de salientar que não se registaram no terreno do impacto quaisquer efeitos que possam ser sequer comparados aos do rebentamento numa pedreira.

Por outro lado, as duas vibrações impulsivas são francamente diferentes: a da pedreira gera-se no interior do terreno e num orifício confinado que concentra e potencia o efeito no solo da energia libertada, contrariamente à do acidente que corresponde a impactos à superfície do solo, cujas ondas sísmicas geradas preponderantes (Rayleigh) se transmitem com menor dissipação, pelo que a energia transmitida ao solo pelos veículos ao descarrilarem terá sido significativamente menor do que os rebentamentos típicos na pedreira.

Importa também não esquecer que o local onde a anomalia na via foi registada se localizava a cerca de 100 metros do local do início dos impactos, ou seja, a vibração gerada pelos impactos também sofreu uma atenuação importante desde o local de origem, acrescendo que os impulsos no terreno devido ao embate dos veículos no solo foram feitos com impulsos numa direção oposta à do local onde a anomalia na via foi registada, pelo que a propagação das ondas não foi simétrica na superfície, sendo menor no sentido contrário dos impactos, devido ao modo como as ondas Rayleigh se propagam. Por estes motivos, a vibração sofrida pelo solo sob a anomalia da via teve seguramente um valor intermédio entre aquela na origem e a sentida nas habitações.

No entanto, mesmo admitindo que a energia produtora da vibração gerada pelo acidente tenha sido similar à de um rebentamento médio numa pedreira, em qualquer caso esta última é muito inferior àquela correspondente a um sismo que tenha capacidade de liquefazer solos.

Por estes motivos, em conjunto com os considerados inicialmente, entende-se manter a não consideração da hipótese de a geometria da via se ter alterado após o início do descarrilamento.

N.º	Pronúncia
03	<p><i>Referência: 3.1</i></p> <p>“Maquinista do comboio: Sobre o comportamento da locomotiva e da infraestrutura, declarou que não notou nada fora do habitual nem sentiu o material a prender, tudo se assemelhando a uma frenagem de emergência. Informou ainda que faz aquele trajeto com frequência e que nunca tinha tido uma situação de descarrilamento.”</p> <p>“Chefe do comboio:” Informou que durante a viagem a documentação do comboio lhe caiu da mesa para o colo e para o chão; no momento em que estava a apanhá-la do chão para a fixar na mola disponível para esse fim na mesa, o maquinista disse-lhe, olhando para o espelho, algo sobre um vagão quando notou a catenária a cair e a embater no para-brisas da locomotiva... Afirmou que até se aperceber do acidente não notou movimentos anormais na locomotiva.”</p> <p>Estas declarações devem ser valorizadas, dado que as tripulações são quem melhor deteta situações pontuais, designadamente pancadas e ressaltos, e no caso do comboio que descarrilou, ambos referem nas declarações não ter identificado quaisquer movimentos anormais na locomotiva.</p> <p>Um defeito na infraestrutura que, per si, fosse causa de descarrilamento seria, necessariamente, sentido pela tripulação do comboio.</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>As afirmações da tripulação foram devidamente consideradas no âmbito da investigação. Como fica demonstrado no relatório, as características do material circulante foram relevantes para o descarrilamento, havendo que ter em consideração que a resposta do material circulante, logo, a perceção pela tripulação, é diferente consoante as características dinâmicas dos veículos, sendo que o modo como um vagão Uacs “lê” uma determinada configuração geométrica da via é significativamente diferente do modo como uma locomotiva 5600 o faz.</p> <p>Além disso, a perceção dos maquinistas aos ressaltos/pancadas é, naturalmente, subjetiva e, no caso em apreço, tem de se ter em consideração o comportamento geral no troço em questão, o qual, como também indicado no relatório, era geralmente percecionado pelas tripulações entrevistadas como mau e agitado.</p>
04	<p><i>Referência: 4.2.1.2</i></p> <p>Sobre a influência dos veículos adjacentes - efeito da diferença de diâmetros das rodas do mesmo rodado dos vagões:</p> <p>Conforme referido para a situação em reta, também para a situação em curva circular ou curva de transição, a partir de um determinado valor de diferenças de diâmetro os perímetros dos círculos de rolamento nunca se compensarão, potenciando também situações favoráveis ao descarrilamento.</p> <p>Não é correto afirmar, sem demonstrar, que uma diferença de diâmetros de 5 mm é favorável caso a roda de maior diâmetro circule na fila exterior da curva. Da forma como é apresentado e justificado no relatório, poderá subentender-se que quanto maior for a diferença de diâmetro, considerando que a roda de maior diâmetro circula na fila exterior da curva, maior será a estabilidade - raciocínio este que não é correto.</p> <p>Existirá um limite de diferença de diâmetro, que dependerá do raio da curva e da velocidade a partir do qual não será possível garantir a existência de dois diâmetros que assegurem a estabilidade do rodado.</p> <p>A este respeito importa ainda ter em consideração que a zona de maior instabilidade, mesmo para rodas de igual diâmetro e perfil, ocorre na entrada de uma reta após sair de uma curva. Ora, é nesta situação em que se encontrava o primeiro rodado do primeiro bogie o qual tinha uma diferença de diâmetros entre rodas de 5 mm, potenciando a instabilidade deste bogie, instabilidade esta que, conforme referido no relatório, foi em parte transferida para os vagões colaterais.</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>O assunto suscitado foi clarificado no texto do relatório final.</p>



N.º	Pronúncia
05	<p data-bbox="300 416 614 450"><i>Referência: 4.2.3.(Pág. 98)</i></p> <p data-bbox="300 456 1390 667">“As tripulações dos comboios que passaram no local, incluindo a do comboio que descarrilou, afirmaram não ter notado nada de anormal, mas ressalvando sempre que naquele troço da Linha do Norte era habitual sentirem-se bastantes solavancos; embora sem se poder estabelecer uma causalidade inequívoca, não se pode ignorar a coincidência de quando a locomotiva do comboio que descarrilou passava no local da anomalia, as folhas da documentação do comboio que o chefe de comboio tinha na estante caíram no chão da cabine.”</p> <p data-bbox="300 696 1362 790">Conforme consta no relatório, a tripulação afirmou não ter notado nada de anormal à passagem das circulações naquele local, pelo que a queda das folhas não é mais do que uma mera coincidência.</p> <p data-bbox="300 797 563 831">Observações GPIAAF:</p> <p data-bbox="300 837 1390 958">A perceção dos maquinistas aos ressaltos/pancadas é, naturalmente, subjetiva e, no caso em apreço, tem de se ter em consideração o comportamento geral no troço em questão, o qual, como também indicado no relatório, era geralmente percecionado pelas tripulações entrevistadas como mau e agitado.</p> <p data-bbox="300 965 730 999">O GPIAAF entende manter a referência.</p>

RELATÓRIO OBJETO DE PRONÚNCIA

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

**Descarrilamento de comboio de mercadorias na Linha do Norte, próximo de Adémia, em
01-04-2017**

ENTIDADE EMITENTE DA PRONÚNCIA

MEDWAY – Transportes & Logística

PRONÚNCIA RECEBIDA E COMENTÁRIOS DO GPIAAF

N.º	Pronúncia
01	<p><i>Referência: Secção 2.3.1.2</i></p> <p>No que respeita aos valores dos pesos de cada vagão cisterna e à análise apresentada nas páginas 24 e 25 do relatório reafirmamos que os procedimentos implementados, quer para a circulação em vazio quer para a circulação em carregado, garante que os pesos efetivos estejam dentro dos parâmetros admissíveis para a sua circulação em segurança. Para esclarecimento dos valores do Quadro 4 importa ter presente o seguinte:</p> <p>a. A tara considerada para cada vagão é sempre a mesma, isto é, aquela que está inscrita no vagão e que foi carregada no sistema de gestão de tráfego da MEDWAY em conformidade com o indicado pelo proprietário de cada veículo;</p> <p>b. Antes do carregamento o vagão é pesado em vazio – o que comumente se designa por tareado – para que a CIMPOR saiba qual o peso máximo da carga líquida a considerar no enchimento.</p> <p>c. Depois de efectuado o carregamento da mercadoria em cada vagão a CIMPOR obtém o seu peso bruto à saída da fábrica.</p> <p>d. Com base na tara inscrita (tara), na pesagem em vazio antes do carregamento (tara mais resíduos) e no peso bruto (carga líquida), ambos disponibilizados pela CIMPOR à MEDWAY, é feito o preenchimento do Boletim de Composição e Frenagem desagregando o valor de cada vagão em: Tara; Resíduo e Carga Líquida.</p> <p>e. Na expedição em vazio, após descarga, a MEDWAY, para efeitos de preenchimento do Boletim de Composição e Frenagem, considera a tara registada no sistema e o valor de resíduo registado na última viagem antecedente na situação de carregado, salvaguardando assim com uma reduzida margem de erro o peso bruto de cada veículo admitido a transporte.</p> <p>f. A diferença entre a tara da Medway (tara mais resíduo) e a tara da Cimpor (tara sem considerar os resíduos) resulta da existência dos resíduos de mercadorias que se vão acumulando após cada descarga, em cada vagão.</p> <p>Enquanto que a Cimpor considera tais resíduos como “tara”, a Medway considera os mesmos em separado e como “resíduo”, pelo que as diferenças de valores resultam desta divergência de critérios.</p> <p>No sistema informático da Medway existe um campo específico para assinar o peso dos resíduos independente dos valores da tara. O peso dos resíduos é actualizado no sistema da Medway após cada pesagem efectuada no início de cada viagem em carregado. Deste modo, o valor “carga” resulta sempre da soma do peso dos resíduos com o peso da mercadoria efectivamente carregada. No caso dos vagões vazios, nomeadamente no Boletim de Composição e Frenagem, o peso dos resíduos é considerado pelo sistema como “carga”.</p> <p>Observações GPIAAF: O GPIAAF integrou esta informação no relatório, embora não com o detalhe utilizado pela MEDWAY na sua pronúncia. Por esse motivo, reproduz-se aqui na íntegra o texto da pronúncia relativo a esta matéria para o devido registo.</p>



N.º	Pronúncia
02	<p><i>Referência:</i> 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</p> <p>Ponto 1: No âmbito de uma operação segura, a MEDWAY cumpriu com todos os procedimentos e requisitos que lhe incumbem ao abrigo da regulamentação nacional e comunitária em vigor, pelo que, desta forma, não contribuiu para o acidente.</p> <p>Ponto 2: A MEDWAY tem conhecimento dos ciclos de manutenção que se encontram inscritos no material circulante, assegurando o seu cumprimento e certificando que nenhum vagão circula fora do seu ciclo de manutenção.</p> <p>Ponto 3: A verificação operacional e ensaios realizados pela MEDWAY, antes da partida dos comboios ou em trânsito, estão em consonância com o exigido pela ETI OPE (Especificação Técnica de Interoperabilidade – Operações) e validada pela Autoridade Nacional de Segurança (ANS-IMT), a exemplo do que é exigível a qualquer ETF a operar no espaço da União Europeia.</p> <p>O Sistema de Gestão de Segurança (SGS) da MEDWAY cumpre a mencionada ETI através da realização do ensaio de freio e confirmação visual da funcionalidade dos sistemas, devidamente registado em modelo próprio (Check List). Face ao exposto, não é exigível a nenhuma ETF, antes da partida do comboio ou em trânsito, detectar visualmente falhas ocultas ou desvios milimétricos no material circulante, nomeadamente o diâmetro das rodas.</p> <p>Observações GPIAAF: Ver comentários seguintes.</p>
N.º	Pronúncia
03	<p><i>Referência:</i> 1.2, 4.3.1.e</p> <p>NESTE PRISMA</p> <p>Para além de não ter sido cabalmente demonstrada uma relação directa de causa-efeito entre o diâmetro das rodas e o acidente, concluímos infundada a inclusão dos parágrafos 4 (FCau-04) e 5 (FCau-05) no Ponto 4.3.1.b. Fatores Causais, uma vez que, por si só, não teriam impedido o acidente.</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>A investigação de segurança não se destina ao apuramento ou atribuição de culpas ou responsabilidades, nem os relatórios do GPIAAF devem ser utilizados para fins que não os de melhoria da segurança. Como tal, não tem de demonstrar cabalmente, ou seja, sem margem para dúvidas, relações directas de causa-efeito, bastando-lhe demonstrar a possibilidade razoável de haver tal relação e desta poder ser relevante para a ocorrência e, conseqüentemente, para a segurança.</p> <p>Tendo-se identificado a existência de uma característica que tem indubitavelmente influência na dinâmica dos veículos adjacentes ao que descarrilou, e que pode ter tido influência na dinâmica deste, não se pode excluir que tal tenha sido um fator causal – necessário, mas não suficiente – para o descarrilamento. O mesmo se passa relativamente à possibilidade da existência de alguma anomalia no veículo que descarrilou, indetetável devido aos danos sofridos, possibilidade esta razoável atendendo à evidência de que o respetivo plano de manutenção não foi eficaz para manter os vagões em condições plenamente operativas entre os ciclos de manutenção definidos.</p> <p>Como é óbvio, desta classificação não se deve nunca inferir qualquer presunção de responsabilidade, mas sim identificar fatores que podem ser alvo de melhoria para benefício da segurança, objetivo da investigação.</p>



N.º	Pronúncia
04	<p><i>Referência: 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</i></p> <p>De igual forma, a Recomendação n.º 2018/33 [nota do GPIAAF: 2019/03 no relatório final], não deverá ter a MEDWAY como implementador final, pois, além de não observar os princípios de referência que subjazem à ERM e à ETF, podem conduzir a uma dualidade de critérios respectivamente às condições de admissão de veículos a transporte por parte de cada ETF.</p> <p>Nos termos do anexo III, do Regulamento (UE) 445/2011, a ERM deveria ter procedimentos para recolher, monitorar e analisar periodicamente os dados de segurança relevantes, incluindo nomeadamente a eficácia das medidas de controlo dos riscos e a informação relativa à experiência, às avarias, aos defeitos e às reparações, resultante da exploração e manutenção diárias, pelo que não se poderá aceitar a menção à MEDWAY, enquanto executante, desta Recomendação n.º 2018/33. Deste modo, esta Recomendação deverá ter como executante final as ERM.</p> <p>Estamos assim perante uma causa não imputável à ETF, pelo que a MEDWAY não deverá ser arrolada em tal processo.</p> <p>Observações GPIAAF: Ver comentários nos N.ºs 05 e 07.</p>
05	<p><i>Referência: 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</i></p> <p>FUNDAMENTAÇÃO</p> <p>A MEDWAY cumpriu com toda a regulamentação e legislação em vigor, bem como com o seu Sistema de Gestão de Segurança (SGS), credenciado e certificado pelo IMT e periodicamente auditado por entidades competentes e independentes (APCER, BELGO-RAIL, entre outras).</p> <p>Para além de não ter sido cabalmente demonstrada uma relação directa de causa-efeito entre o diâmetro das rodas e o acidente, consideramos que:</p> <ol style="list-style-type: none">É da total responsabilidade da ERM a manutenção da conformidade do estado de conservação dos veículos entregues a transporte à ETF, nomeadamente no que respeita ao diâmetro das rodas. Para tal, a ERM deve estabelecer um plano de manutenção e um sistema de monitorização e de retorno de informação da exploração capaz de garantir o acompanhamento efectivo da tendência dos diversos parâmetros relevantes para a segurança da circulação. Deste modo, consegue assegurar-se uma adequada aptidão ao uso de cada veículo, objeto de Ordem de Retorno à Exploração emitido pela ERM.A monitorização do diâmetro das rodas é, pois, um dos parâmetros assegurado pela ERM em função da tendência de desgaste registada e da actividade a que o veículo se encontra sujeito, sendo assim determinada a periodicidade de medição através da utilização de instrumentos de medida adequados.Este e outros parâmetros geométricos específicos ao não serem passíveis de serem monitorizados em contexto operacional, não podem ser exigidos à ETF sob pena de estarmos perante uma Probatio Diabolica. Em consequência, e porque relevantes para a segurança da circulação, estes parâmetros são, formalmente, ou pelo menos deveriam ser, objeto de um rigoroso controlo e acompanhamento atribuído à ERM em função das características intrínsecas do veículo e da actividade desenvolvida. <p>Neste contexto, a tónica deverá ser colocada na causa do problema, pelo que é imperativo que se estabeleça uma maior exigência na monitorização atempada e rastreio a efectuar sobre os aspectos relevantes para a segurança da exploração – atribuição das ERM.</p> <p>Estamos assim perante uma causa de exclusão de atribuições da ETF, pelo que a MEDWAY não deverá ser arrolada em tal processo.</p> <p>Importa ainda enfatizar que a MEDWAY tem prestado todas as informações requeridas pelas ERM no que respeita ao regime de exploração a que se encontram sujeitos os</p>



veículos alvo de Ordem de Retorno à Exploração emitida pelo ERM, e que não nos tem sido transmitida nem solicitada pela ERM qualquer outra informação adicional alusiva à consistência e periodicidade de qualquer verificação levada a cabo sobre os veículos em exploração.

Para a ETF encontra-se reservada a verificação da funcionalidade dos sistemas e componentes em contexto operacional, a realizar antes da partida de cada comboio, através da inspeção visual e da realização do ensaio de freio realizada e reportado através da Check List constante no SGS da MEDWAY.

A Recomendação n.º 2018/33 [nota do GPIAAF: 2019/03 no relatório final] para serem as ETF a complementar o controlo através de inspeções periódicas aos veículos, para além de desvirtuar por completo o princípio que norteia o âmbito e a responsabilidade formal da ERM, assenta em critérios que não são passíveis de implementação em contexto operacional e que se encontram fora do âmbito de aplicação das ETF, e para os quais as mesmas não estão credenciadas e/ou certificadas para o efeito.

Observações GPIAAF:

É um facto não sujeito a discussão que os três vagões em que foram registadas diferenças nos diâmetros das rodas do mesmo rodado superiores a 1 mm não podiam integrar o comboio sem restrições, por excederem os limites operacionais definidos no normativo. Além disso, há um tempo considerável que já estavam a ser utilizados naquele estado.

Também não é sujeito a dúvida que o art.º 64.º do Decreto-Lei n.º 270/2003, transpondo a disposição equivalente prevista na Diretiva 2004/49/CE, determina que os gestores da infraestrutura e as empresas de transporte ferroviário são responsáveis, perante os utilizadores, os clientes, os próprios trabalhadores e terceiros, pela segurança da exploração da sua parte do sistema ferroviário e pelo controlo dos riscos associados, incluindo o fornecimento de material e a contratação de serviços. Esta responsabilidade não afeta a responsabilidade própria de cada fornecedor de serviços de manutenção e detentor de veículos em garantir que estes estão em conformidade com os requisitos e as condições de utilização indicados para o seu uso em segurança na exploração do sistema pelas empresas ferroviárias, nem é pela responsabilidade destes prejudicada.

Complementarmente, o art.º 65.º determina que os gestores da infraestrutura e as empresas de transporte ferroviário estão obrigados a criar sistemas de gestão de segurança que garantam o controlo de todos os riscos associados às respetivas atividades, tendo em conta, sempre que possível, os riscos decorrentes das atividades de outras partes, incluindo os riscos associados à prestação de serviços de manutenção, ao fornecimento de material e ao recurso a subcontratação a terceiros.

É sob o princípio de responsabilidade última dos GI e das ETF pela segurança ferroviária da respetiva componente do sistema, que assenta o atual quadro legal e regulatório.

Neste âmbito e para esse efeito, nos termos do Regulamento (UE) 1158/2010, o SGS das ETF devem prever procedimentos para identificar os riscos associados, entre outros, à exploração ferroviária, incluindo os que resultam diretamente das atividades de outras organizações; devem também ter procedimentos para desenvolver e implementar medidas de controlo de riscos, assim como para monitorizar a eficácia dos planos de controlo de riscos.

Ao GPIAAF não cabe interpretar a legislação ou os regulamentos quando sobre estes possa haver dúvidas. Na ausência de jurisprudência nacional ou do Tribunal de Justiça da União Europeia sobre a matéria, a referência quanto à aplicação das Diretivas e Regulamento Europeus relativos à segurança ferroviária da União consiste nos guias e demais orientações publicadas pela Agência Ferroviária da União Europeia, entidade que, nos termos do Regulamento (UE) 2016/796, não só tem, entre outras, a atribuição de emitir orientações a fim de assistir as autoridades nacionais de segurança no que respeita à supervisão das empresas ferroviárias e emitir orientações em matéria de segurança ferroviária e certificação de segurança, como também tem agora a atribuição de emitir os certificados únicos de segurança às empresas ferroviárias, emissão essa que fará com base nos critérios expressos nos seus guias.

Ora, o entendimento da Agência sobre o assunto em apreço é claro e está transcrito no ponto 4.6.7 do relatório. Esse entendimento é reforçado no Guia de aplicação da ETI OPE, ref.ª ERA/GUI/07-2011/INT de 30 Junho de 2015:



	<p><i>RU should ensure that all vehicles as well as the combination of vehicles to a train or a train set fulfil all requirements regarding safety and the route that the train is operated on. This includes not only the vehicles themselves, but also the load of freight and securing the load on or in the vehicle. Some of the measures are carried out by RU itself, for some the RU subcontracts other players like keepers, Entities in Charge of Maintenance (maintenance of the freight vehicles) or even the IM (e.g. maintenance of vehicles, train departure procedures). But even by subcontracting some of the tasks to other players the RU has the responsibility according to Article 4 (3) of the Safety Directive to manage the risks of their operation. They should therefore cooperate with subcontractors <u>or those undertaking tasks which could affect the safety of the train and ensure that everyone is aware of their individual responsibilities and discharge them effectively.</u></i></p> <p>Em momento algum do relatório – e muito menos na recomendação de segurança 2019/03 – o GPIAAF afirma que verificações como a medição dos diâmetros das rodas tenham de ser feitas pela ETF.</p> <p>O que o GPIAAF expõe no relatório é a obrigação, que, no nosso entender, resulta inequívoca do quadro legislativo e regulatório aplicável, de as ETF terem implementadas ações eficazes de avaliação e controlo do risco relativo à integração nos comboios por si operados, <u>e por cujas condições de segurança são responsáveis</u>, de veículos com anomalias que impeçam a sua utilização sem restrições, assim como de terem uma monitorização suficiente para verificar a eficácia dessas ações.</p> <p>Como fica bem claro dos pontos 4.2.6 e 4.2.7 do relatório, a definição das ações de controlo daquilo que é um risco para a sua atividade compete às ETF de acordo com a realidade da respetiva operação, porém exigindo para tal uma estreita interação e comunicação entre as ETF e as ERM dos veículos que integram os seus comboios, com vista a que as referidas ações sejam eficazes no seu objetivo de assegurar que não são utilizados veículos com anomalias à partida que afetem a segurança.</p> <p>Repete-se que, mais uma vez à luz do quadro legislativo e regulatório em vigor, estes requisitos e estas considerações dizem diretamente respeito à gestão do risco da atividade da ETF. São paralelos e independentes da responsabilidade que compete às ERM em manter os veículos em condições de circulação segura, responsabilidade esta <u>cuja possibilidade de falha é claramente um risco para a atividade das ETF</u> e, como tal, tem necessariamente de ser controlado pelos respetivos SGS da forma que seja apropriada, como fica evidente do exposto acima. Pode-se considerar que tal abordagem configura a barreira ou redundância que deve existir em aspetos críticos para a segurança.</p> <p>O objetivo da recomendação de segurança n.º 2019/03 é que sejam tomadas as medidas necessárias para que fique garantida a necessária compatibilidade e coerência entre as ações que competem à ETF e à ERM, ao contrário da evidente lacuna e situação de desconhecimento mútuo constatada na investigação.</p>
<p>N.º</p>	<p>Pronúncia</p>
<p>06</p>	<p><i>Referência: 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</i></p> <p>A acrescentar a este ponto, e como constava no Relatório de Audiência Prévia, existiam determinados aspectos relativos à conformidade do material circulante que foram estabelecidos entre o IMT e a ERM, designadamente o Ponto 4.2.7.2 Manutenção dos veículos:</p> <p>a) Pela ERM do vagão O Sistema de Gestão da Manutenção da ERM evidenciou que o seu sistema de controlo não teve a robustez necessária para identificar que não existiam evidências da realização das visitas com ciclo de 9 meses (+/- 1 mês) por si definidas, ou mesmo que estas visitas não estavam a ser efetuadas.</p> <p>b) Pela Autoridade nacional de segurança ferroviária Apesar do regime de visitas com ciclo de 9 meses (+/- 1 mês) acordado em 2011 entre a Autoridade Nacional de Segurança e a ERM, não existem evidências de naquele período ter havido por parte desta, ações de supervisão que permitissem monitorizar a sua efetiva concretização.</p> <p>Pela leitura, denota-se que sob o Plano de Manutenção apresentado pela ERM ao IMT foi estabelecido um acordo entre o IMT e a ERM que em nada conflitua com o Regulamento</p>



	<p>445/2011, e que não foi do conhecimento da ETF, nem tinha de o ser, ao abrigo do normativo aplicável, pelo que não cabe a esta última conflitar ou intervir nesta relação bilateral.</p> <p>Observações GPIAAF: Estas menções constantes do relatório para audiência prévia estavam incompletas no que diz respeito à parte da ERM e incorretas no que diz respeito à parte relativa à Autoridade nacional de segurança ferroviária, pelo que foram objeto de retificação com base nos comentários recebidos. Estes constam do ponto 4.2.6 do relatório final. Com a entrada em vigor do Regulamento 445/2011, posterior aos acordos referidos, o enquadramento aplicável à manutenção alterou-se e os acordos em questão deixaram de fazer sentido, tanto mais que o IMT deixou de ter poderes de supervisão sobre a atividade da ERM.</p>
<i>N.º</i>	<i>Pronúncia</i>
07	<p><i>Referência:</i> 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</p> <p>Em paralelo, de acordo com a Directiva 2004/49/CE, que foi transposta para o ordenamento jurídico português, cabe referir o n.º 1, do artigo 64.º, do Decreto-Lei n.º 270/2003, de 28 de Outubro, com as respectivas alterações que lhe sucederam, “Os gestores da infra-estrutura e as empresas de transporte ferroviário, são responsáveis, perante os utilizadores, os clientes, os próprios trabalhadores e terceiros, pela segurança da exploração, da sua parte do sistema ferroviário e pelo controlo dos riscos associados, incluindo o fornecimento do material e a contratação de serviços”.</p> <p>Ora, o n.º 2, do mencionado artigo, também refere expressamente, que “A responsabilidade prevista no número anterior não afecta a responsabilidade de cada produtor, fornecedor de serviços de manutenção, detentor, prestador de serviços e entidade adjudicante de garantir que os veículos, instalações, equipamentos e materiais por eles fornecidos, bem como os serviços prestados, estão em conformidade com os requisitos e as condições de utilização indicados para o seu uso em segurança na exploração do sistema pelas empresas ferroviárias e os gestores da infra-estrutura”.</p> <p>Neste prisma e reforçando o indicado anteriormente, de acordo com o Regulamento (UE) 445/2011, a ERM deveria ter procedimentos para recolher, monitorar e analisar periodicamente os dados de segurança relevantes, incluindo nomeadamente a eficácia das medidas de controlo dos riscos e a informação relativa à experiência, às avarias, aos defeitos e às reparações, resultante da exploração e manutenção diárias.</p> <p>Face ao exposto, não tendo a ERM cumprido com as suas atribuições, deverá ser obrigada a cumprir o normativo aplicável do plano de manutenção dos veículos de que é responsável, assegurando a adequação dos mesmos ao serviço através de um sistema de manutenção apropriado para fazer face às obrigações do Regulamento mencionado anteriormente.</p> <p>Observações GPIAAF: O facto referido relativo à ERM está exposto na secção 4.2.6 do relatório final. Mas “a responsabilidade de cada produtor, fornecedor de serviços de manutenção, detentor, prestador de serviços e entidade adjudicante de garantir que os veículos, instalações, equipamentos e materiais por eles fornecidos, bem como os serviços prestados, estão em conformidade com os requisitos e as condições de utilização indicados para o seu uso em segurança na exploração do sistema pelas empresas ferroviárias e os gestores da infra-estrutura” em nada prejudica a responsabilidade dos GI e das ETF.</p>



N.º	Pronúncia
08	<p><i>Referência: 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</i></p> <p>Todavia, existindo oportunidades de melhoria das condições de segurança da circulação, o que por princípio admitimos sempre, não pode, no entanto, nem a MEDWAY nem qualquer outra entidade - ETF ou outra -, garantir em absoluto "... que nunca vão existir não conformidades nos vagões decorrentes de manutenção inadequada". A natureza aleatória com que se manifesta qualquer modo de falha torna matematicamente impossível tal pretensão.</p> <p>Observações GPIAAF: Remetemo-nos para os comentários feitos no ponto 05, salientando ainda que o que está em causa são anomalias pré-existentes à partida e desde há um tempo significativo, e não anomalias de surgimento intempestivo e imprevisível.</p>
09	<p><i>Referência: 1.2, 1.3, 4.2.7, 4.3.1.e, recomendação 2019/03</i></p> <p>RECOMENDAÇÕES Para além das medidas adotadas pela MEDWAY em conformidade com o reflectido no seu Sistema de Gestão de Segurança:</p> <ul style="list-style-type: none">a) verificação da conformidade formal dos veículos disponibilizada na internet como regulamentado; eb) verificação in loco do cumprimento do ciclo de manutenção, da operacionalidade dos sistemas de cada veículo por observação visual e realização do ensaio de freio antes da partida de cada comboio. <p>Subscrevemos:</p> <ul style="list-style-type: none">i. a necessidade de mediação do processo por parte do IMT para garantir a homogeneidade dos procedimentos implementados de forma transversal em todos os ETF;ii. a potencial vantagem no reforço da comunicação entre a MEDWAY e as ERM dos veículos admitidos a comboio, clarificando-se o âmbito de intervenção de cada uma das entidades, bem como o âmbito de cada intervenção a realizar e correspondentes responsabilidades;iii. a necessidade absoluta da ERM proceder a uma efectiva e atempada monitorização dos parâmetros com relevância para a segurança da exploração dos vagões sobre os quais tenha emitido Ordem de Retorno à Exploração, em função do estado em que estes se encontrem à data de cada intervenção e de cada ponto de medição;iv. a necessidade da ERM promover as necessárias e subsequentes alterações ao Ciclo de Manutenção, de forma a garantir que cada um desses veículos, objeto de auto de retorno à exploração, se mantenha em conformidade para o serviço, desde que utilizado em conformidade com as suas prescrições de utilização. <p>Observações GPIAAF: O GPIAAF regista com agrado que são subscritos os objetivos genéricos das recomendações de segurança feitas no relatório sobre esta matéria.</p>

RELATÓRIO OBJETO DE PRONÚNCIA

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

Descarrilamento de comboio de mercadorias na Linha do Norte, próximo de Adémia, em 01-04-2017

ENTIDADE EMITENTE DA PRONÚNCIA

Transfesa - Transportes Ferroviarios Especiales, S.A.

PRONÚNCIA RECEBIDA E COMENTÁRIOS DO GPIAAF

N.º	Pronúncia
01	<p><i>Referência:</i> Secção 3.4.1.2. e 4.2.6. (4.2.7.2 na versão preliminar do relatório)</p> <p>En estos puntos es importante indicar que TRANSFESA es Entidad Encargada de Mantenimiento (EEM) certificada bajo el reglamento 445/2011 por la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria (AESF) de España, desde el 9 de Mayo de 2013 y por tanto, muy posterior a la fecha (2011) de mencionado acuerdo.</p> <p>Con fecha 24/11/2014 Transfesa EEM aplicando el reglamento 402/2013, realizó un análisis de riesgo (enviado a la AESF - España) para establecer el reparto de responsabilidades en los sistemas ferroviarios europeos establecidas en la normativa europea y en las correspondientes trasposiciones nacionales, de la realización de las visitas de seguridad cada 5000 km (cada 9 meses en Portugal) que estaban incluidas en todos los planes de mantenimiento de los vagones bajo titularidad de Transfesa. Consecuentemente y desde esa fecha, las visitas de seguridad incluidas en los planes de mantenimiento de los vagones que tenían asociado a Transfesa EEM, pasaron a ser responsabilidad en su ejecución a las Empresas Ferroviarias y a ser introducidas en sus correspondientes sistemas de gestión de seguridad y por contra, eliminadas de los planes de mantenimiento.</p> <p>Este análisis de riesgo tuvo en cuenta la Directiva 2004/49/CE así como, el Reglamento (UE) Nº 445/2011 en particular su considerando número 5, donde establecían y establecen la obligación de realizar inspecciones y controles antes de la salida del tren o durante el trayecto debiéndolos llevar a cabo personal operativo de las empresas ferroviarias con arreglo a lo descrito en su Sistema de Gestión de la Seguridad. Igualmente, la Especificación Técnica de Interoperabilidad de Explotación y Gestión de Tráfico, especifica que las empresas ferroviarias tienen que definir las comprobaciones y pruebas necesarias que aseguren que cualquier salida del tren se efectúe con seguridad, además también definía y define que las Empresas Ferroviarias deben de informar de cualquier anomalía que afecte al tren y/o a su funcionamiento y que pudieran tener repercusiones en la circulación del tren, antes de la salida y durante el trayecto.</p> <p>Por otro lado, la norma EN 13306 clasifica las tareas de mantenimiento en 5 niveles en función de la complejidad de las mismas. La guía de aplicación de la ERA ref. ERA-GUI-08-2011-SAF traslada dichos niveles de mantenimiento al sector ferroviario. La Directiva, 2004/49/CE, la Directiva 2008/57/CE y el Reglamento (UE) Nº 445/2011 definen la responsabilidad de cada uno de los niveles de mantenimiento, siendo el nivel 1 responsabilidad de la Empresa Ferroviaria, los niveles 2, 3 y 4 de la EEM y el nivel 5 de la entidad contratante (de acuerdo al art. 20 de la Directiva de Interoperabilidad).</p> <p>En resumen, Transfesa EEM desde el 9 de mayo de 2013 ha actuado aplicando la normativa seguridad e interoperabilidad europea en vigor y de aplicación desde entonces y hasta ahora, aparte de asumir su rol y responsabilidad en todo momento dentro del sistema ferroviario europeo. En ningún momento, su sistema de gestión de mantenimiento ha demostrado debilidad cuando ha tenido que demostrar y evidenciar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vagones de cuyo mantenimiento se encarga y tampoco ha incumplido nada que no estuviera ni en los planes de mantenimiento ni en su sistema de gestión de mantenimiento certificado bajo el Reglamento 445/2011.</p> <p>Por tanto considerando lo expuesto, les solicitamos suprimir el apartado a) del punto 4.2.7.2. y cualquier alusión del acuerdo alcanzado en 2011 por ser anterior a la entrada en vigor de la normativa de seguridad y mantenimiento que reconocía, entre otras cosas, a las Entidades Encargadas de Mantenimiento como máximo y único responsable del</p>



mantenimiento de vagones de mercancías.

Observações GPIAAF:

Foi introduzido no relatório final o devido enquadramento do regime introduzido pelo Regulamento 445/2011, assim como o facto de que o acordo anterior, por força desse enquadramento, ter ficado sem efeito, tanto mais que o IMT deixou de ter poderes de supervisão sobre as ERM.

Porém, recorda-se que, de acordo com as definições constantes do mencionado guia de aplicação da ERA ref. ERA-GUI-08-2011-SAF, a manutenção de **nível 1** corresponde às *verificações e ensaios realizados pela ETF antes da partida dos comboios ou em trânsito*, enquanto que a manutenção de **nível 2**, a cargo da ERM, corresponde a *inspeções, verificações, testes, substituição rápida de consumíveis e operações preventivas e corretivas de duração limitada entre duas viagens programadas*. Por estas definições utilizadas pela ERM no estabelecimento do plano de manutenção dos vagões, fica claro que operações como a medição do perfil e diâmetros dos rodados não se enquadram na manutenção de nível 1 e enquadrar-se-ão no nível 2 de manutenção, ou superior, da responsabilidade da ERM.

No entanto, conforme o guia de aplicação do art.º 14.º-A da Diretiva 2004/49/CE e do Regulamento (UE) 445/2011, publicado pela Agência Ferroviária Europeia (ref.ª ERA-GUI-100 v2.0: 2015) deixa claro, apesar de haver algumas referências gerais, a consistência exata das verificações e ensaios realizados antes da partida dos comboios ou em trânsito pelas ETF não se encontra uniformizada, devendo ser estabelecida pelas próprias partes interessadas. Por este motivo “ao estabelecer e atualizar o ficheiro de manutenção, é importante para a ERM conhecer o conteúdo das referidas inspeções e das suas possíveis diferenças. Para esse efeito, é crucial a cooperação entre as ETF e a ERM” [tradução do GPIAAF].

Daqui fica evidente que a ERM tem o dever de se inteirar da consistência das operações de inspeção realizadas pelas ETF no âmbito das suas obrigações a fim de integrar essa informação e retorno de experiência no ficheiro de manutenção dos vagões, e na monitorização do processo de controlo do risco de os vagões não manterem as suas condições de operação segura entre ciclos.

Na investigação foi constatado que a ERM desconhecia a consistência das inspeções realizadas pela ETF, tal como esta desconhecia o plano de manutenção dos vagões definido pela ERM.

Nos termos do anexo III do Regulamento (UE) 445/2011, a ERM tem procedimentos para recolher, monitorizar e analisar periodicamente os dados de segurança relevantes, incluindo nomeadamente a eficácia das medidas de controlo dos riscos e a informação relativa à experiência, às avarias, aos defeitos e às reparações, resultante da exploração e manutenção diárias. Complementarmente, nos termos do Regulamento (UE) 1078/2012 a ERM, de acordo com a estratégia e prioridades que entender, é responsável por definir um plano de monitorização para *“a correta execução e a eficácia dos processos e procedimentos que integram o sistema de gestão, incluindo as medidas de controlo dos riscos técnicos, operacionais e organizacionais”*. *“O processo de monitorização é alimentado por todos os processos e procedimentos do sistema de gestão, incluindo as medidas de controlo dos riscos técnicos, operacionais e organizacionais”*.

O Regulamento estabelece também que, *“no quadro do processo de monitorização, devem identificar se, tão cedo quanto possível, as situações de incumprimento no contexto da aplicação do sistema de gestão suscetíveis de dar origem a acidentes, incidentes, quase acidentes ou outras ocorrências perigosas. O processo deve conduzir à aplicação de medidas de correção das situações de incumprimento”*. Para tal devem ser recolhidas regularmente todas as informações que sejam necessárias.

Os achados da investigação evidenciam que as medidas de controlo de risco estabelecidas pela ERM para assegurar que os veículos se mantinham em condições de operação segura entre os ciclos de manutenção não foram eficazes para impedir o desenvolvimento das anomalias nos três rodados dos vagões, impeditivas da sua operação; também, o processo de monitorização implementado nos termos do Regulamento (UE) 1078/2012 não teve a robustez necessária para identificar que as medidas de controlo de risco assentes nas inspeções a cargo da ETF não eram eficazes para detetar o desenvolvimento de condições impróprias para a circulação dos vagões. Tais factos não permitiram a identificação das desconformidades nem a devida atualização do ficheiro de manutenção dos veículos em conformidade, indicando assim a necessidade de reavaliação do risco e de reforço pela ERM das medidas de monitorização do seu sistema de manutenção.



N.º	Pronúncia
02	<p><i>Referência:</i> 4.3.1 b Fatores causais</p> <p>“A ausência de evidências sobre a realização, desde 2014, no veículo por onde o descarrilamento se iniciou, de quaisquer das visitas de monitorização da sua condição previstas a cada 9 meses, não permite excluir de forma liminar que alguma anomalia indetetável devido aos danos sofridos por aquele vagão no acidente possa ter também concorrido para a ocorrência deste”</p> <p>Si la justificación de este comentario se debe al incumplimiento de la realización de las visitas de seguridad, les informamos que Transfesa EEM ha actuado según su sistema de gestión de seguridad certificado y como máximo responsable de mantenimiento de estos vagones, en ningún momento ha incumplido el plan de mantenimiento asociado a estos vagones.</p> <p>Además, si el vagón hubiera tenido un defecto que le hubiera impedido su circulación o hubiera ayudado a descarrilar, la Empresa Ferroviaria lo tendría que haber detectado y según el informe, no detecto nada que pusiera en peligro la seguridad en la circulación.</p> <p>En definitiva, les solicitamos sea suprimido este comentario y eliminado de Factores causais, porque al vagón se le han realizado todas las intervenciones de su plan de mantenimiento asociado y las establecidas en el sistema de gestión de mantenimiento certificado bajo el reglamento 445/2011 de su EEM, que en este caso es Transfesa. Y además, la Empresa Ferroviaria que traccionaba el vagón, no comunicó ninguna incidencia detecta antes de la salida ni durante la circulación previa al descarrilo.</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>As anomalias existentes em três rodados de três vagões sujeitos ao mesmo regime de manutenção evidenciam que o respetivo plano de manutenção não foi eficaz para manter os vagões em condições operativas entre os ciclos de manutenção definidos.</p> <p>Por este motivo, o GPIAAF mantém que não se pode excluir que alguma anomalia não identificável pela inspeção pré-partida a cargo da ERM e indetetável após o acidente devido aos danos sofridos por aquele vagão possa ter também sido necessária para a ocorrência do acidente.</p> <p>Como é óbvio, desta classificação não se deve nunca inferir qualquer presunção de responsabilidade, mas sim identificar fatores que podem ser alvo de melhoria para benefício da segurança, objetivo da investigação.</p> <p>Pelos motivos já referidos no N.º 01, no fator causal a referência às visitas de 9 meses foi substituída no relatório final pela evidência das anomalias nos rodados dos vagões similares, que serve ao mesmo propósito.</p>
03	<p><i>Referência:</i> 4.3.1 e Causas profundas</p> <p>“No que respeita à ERM do veículo, o sistema de gestão da manutenção que aquela tem implementado não teve a robustez necessária para identificar a inexistência de controlo sobre a efetiva realização das visitas com ciclo de 9 meses por si definidas.”</p> <p>Al igual que en lo expuesto en el punto 1), el sistema de gestión de mantenimiento de Transfesa EEM NO ha demostrado ninguna debilidad cuando ha tenido que demostrar y evidenciar el mantenimiento preventivo y correctivo de los vagones de cuyo mantenimiento se encarga y por supuesto, tampoco ha incumplido nada que no estuviera ni en los planes de mantenimiento ni en su sistema de gestión de mantenimiento certificado bajo el Reglamento 445/2011 por la AESF – España. Transfesa EEM desde que se certificó el 9 de mayo de 2013 como máximo responsable de mantenimiento de todos los vagones de titularidad Transfesa, no estableció ningún acuerdo específico de mantenimiento con ningún otro actor del sistema ferroviario.</p> <p>Rogamos, sea eliminado este comentario de las causas profundas</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>Tendo ficado assente que, à data do acidente, as visitas com ciclo de 9 meses que haviam sido estabelecidas em 2011 não estavam em vigor por o regime de manutenção dos veículos ter sido enquadrado no disposto no Regulamento (UE) 445/2011, importar ter em conta que, nos termos do</p>



	<p>anexo III do referido Regulamento, a ERM tem de ter procedimentos para recolher, monitorizar e analisar periodicamente os dados de segurança relevantes, incluindo nomeadamente a eficácia das medidas de controlo dos riscos e a informação relativa à experiência, às avarias, aos defeitos e às reparações, resultante da exploração e manutenção diárias. Complementarmente, nos termos do Regulamento (UE) 1078/2012 a ERM, de acordo com a estratégia e prioridades que entender, é responsável por definir um plano de monitorização para “a correta execução e a eficácia dos processos e procedimentos que integram o sistema de gestão, incluindo as medidas de controlo dos riscos técnicos, operacionais e organizacionais”. “O processo de monitorização é alimentado por todos os processos e procedimentos do sistema de gestão, incluindo as medidas de controlo dos riscos técnicos, operacionais e organizacionais”.</p> <p>O Regulamento estabelece também que, “no quadro do processo de monitorização, devem identificar se, tão cedo quanto possível, as situações de incumprimento no contexto da aplicação do sistema de gestão suscetíveis de dar origem a acidentes, incidentes, quase acidentes ou outras ocorrências perigosas. O processo deve conduzir à aplicação de medidas de correção das situações de incumprimento”. Para tal devem ser recolhidas regularmente todas as informações que sejam necessárias.</p> <p>Os achados da investigação evidenciam que as medidas de controlo de risco estabelecidas pela ERM para assegurar que os veículos se mantinham em condições de operação segura entre os ciclos de manutenção não foram eficazes para impedir o desenvolvimento das anomalias nos três rodados dos vagões, impeditivas da sua operação; também, o processo de monitorização implementado pela ERM nos termos do Regulamento (UE) 1078/2012 não teve a robustez necessária para identificar que as medidas de controlo de risco que assentavam nas inspeções da responsabilidade da ETF não eram eficazes para detetar o desenvolvimento de condições impróprias para a circulação dos vagões. Tais factos não permitiram a identificação das desconformidades nem a devida atualização do ficheiro de manutenção dos veículos em conformidade, indicando assim a necessidade de reavaliação do risco e de reforço pela ERM das medidas de monitorização do seu sistema de manutenção.</p> <p>Desta forma, o fator causal foi reescrito em conformidade.</p>
<p>N.º</p>	<p><i>Pronúncia</i></p>
<p>04</p>	<p><i>Referência:</i> Secção 4.4.2. - Rastreabilidade dos componentes de segurança dos vagões Uacs mantidos pela Transfesa S.A.</p> <p>Transfesa EEM cumple sin lugar a dudas con el punto 7 apartado b) de la función 2 “Requisitos y criterios de evaluación aplicables a la función de desarrollo del mantenimiento”. Los expedientes de mantenimiento asociados a cada vagón, tienen establecido la trazabilidad de sus órganos de seguridad tal y como lo requiere dicho punto y apartado.</p> <p>En este caso, Transfesa EEM tenía establecido la trazabilidad o asociación eje vagón, por lo tanto, cumplía con la configuración del vagón con lo que respecta al órgano de rodadura que son los ejes. La posición exacta de los ejes en el vagón, es una trazabilidad que después de 75 años de experiencia de Transfesa nunca se había dado el caso de tal necesidad. Entendemos que la numeración que viene inscrita en el vagón de mercancías, es para ayudar al personal de mantenimiento en vía para identificar el eje del vagón que presenta daño o defecto durante la circulación, con independencia al número asociado a él. Además, una vez más y según el informe, se ha constatado que el haber realizado dicha trazabilidad no hubiera aportado nada a la investigación. Pero en nuestro compromiso de mejora continua en la seguridad de la circulación, tomamos nota y lo implantaremos en nuestras fichas de mantenimiento correspondientes.</p> <p>Sin embargo, no compartimos lo expuesto debido a que, Transfesa EEM no incumple lo establecido en el punto indicado del reglamento 445/2011, ni tampoco comprendemos la necesidad de comunicar a la AESF-España algo que no se infringe en ningún caso (Recomendação n.º 2018/37).</p> <p>Por tanto, solicitamos sea eliminado o sea corregida la descripción del punto 4.4.2 y la necesidad de comunicación.</p>



	<p>Observações GPIAAF:</p> <p>O GPIAAF entende que a rastreabilidade da configuração dos componentes de segurança prevista no Regulamento (UE) n.º 445/2011, anexo III, Capítulo II, 7.b. implica permitir identificar os bogies de cada vagão e a sua posição neste, e os rodados que estão em cada bogie e as suas posições. Na investigação foi constatado que não era possível identificar alguns dos bogies e as posições de cada rodado. Considera-se tal informação muito relevante para o processo de controlo, monitorização e investigação que a ERM deve realizar em caso de anomalias. No caso presente, por acaso, tal informação não foi necessária, mas se o descarrilamento se tivesse iniciado num dos vagões em que não foi possível identificar a posição dos rodados, tal teria sido crítico para a investigação das causas.</p> <p>Regista-se, com agrado, que a Transfesa tencione adotar esta rastreabilidade futuramente.</p> <p>O GPIAAF entende manter a recomendação, que tem também o objetivo de alertar a AESF para a eventualidade da situação ser relevante noutros casos no âmbito da sua atividade de supervisão enquanto entidade certificadora de ERM.</p>
<i>N.º</i>	<i>Pronúncia</i>
05	<p><i>Referência:</i> ANEXO 1 – Registos das medições efetuadas nos rodados dos veículos</p> <p>En el Anexo 1 solo se reflejan las mediciones realizadas sobre los ejes de los vagones de Transfesa que descarrilaron. Según el informe, existen otros 3 vagones (32943560035-1; 81943832016-3; 83949305052-1) de titulares distintos, que también descarrilaron y que no aparecen las mediciones de sus ejes en la tabla del anexo 1.</p> <p>Entendemos que si aparecen todos los vagones de Transfesa que descarrilaron deberían aparecer también los otros 3 vagones con titularidad distinta, en caso contrario debería eliminarse el anexo 1.</p> <p>Observações GPIAAF:</p> <p>Concorda-se com a observação feita e o referido anexo foi retirado.</p> <p>No relatório final foram integradas no texto do ponto 3.4.1.4 apenas as medições relevantes e imprescindíveis para a investigação e análise.</p>



Praça Duque de Saldanha, 31, 4.º - 1050-094 Lisboa
www.gpiaaf.gov.pt – geral@gpiaaf.gov.pt

2019