



Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes
com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
Office for the Prevention and Investigation of Accidents
in Civil Aviation and Rail (SIA/NIB PT)

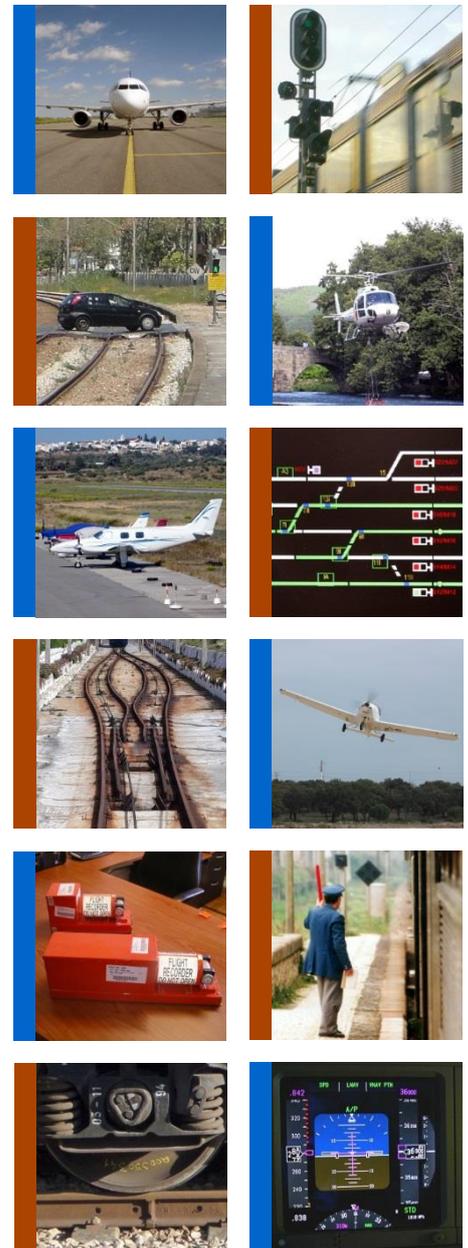
TRANSPORTE FERROVIÁRIO

Incêndio no comboio n.º 4100, na Linha do Douro, em 10-10-2016

RAIL TRANSPORTATION

Fire event on passenger train 4100, Linha do Douro,
10-10-2016

[Proc. F_Inv20161010]



RELATÓRIO FINAL DE
INVESTIGAÇÃO DE SEGURANÇA

SAFETY INVESTIGATION
FINAL REPORT

(English summary on page 11)

[Relatório F_RI2020/02]

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 · 2020

No interesse de aumentar o valor da informação contida nesta publicação, é autorizada a reprodução do seu conteúdo, 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 cuja autoria esteja indicada como sendo de terceiros requer que o interessado nessa reprodução obtenha diretamente autorização dos detentores dos direitos.

Controlo documental

Informações sobre o documento original	
Título	Incêndio no comboio n.º 4100, na Linha do Douro, em 10-10-2016
Tipo de Documento	Relatório final de investigação de segurança
N.º do Documento	F_RI2020/02
Data do documento	2020-05-14

Registo de alterações no caso de o documento 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 12-10-2016, com o fundamento do n.º 2 do art.º 4.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, tendo no mesmo ato sido designado o respetivo investigador responsável;
- A metodologia de investigação utilizada seguiu os manuais de investigação do ex-GISAF e do 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 e as conclusões estão correlacionadas com os achados;
- O relatório de investigação foi elaborado em conformidade com o anexo I ao Decreto-Lei n.º 394/2007, com os manuais de investigação do ex-GISAF e do GPIAAF e com as orientações constantes do guia publicado pela Agência Ferroviária Europeia;
- O processo de investigação e o relatório foram sujeitos a revisão interna pelo Chefe da Unidade do Transporte Ferroviário, por forma a assegurar o cumprimento dos procedimentos;
- 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;
- O relatório foi elaborado com o único objetivo de documentar publicamente a investigação feita, para efeitos de melhoria da segurança no transporte ferroviário, e nunca para efeitos do apuramento de culpas ou atribuição de responsabilidades a indivíduos ou organizações;

Nos termos do n.º 4 do art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, **homologo** o relatório da investigação ao “Incêndio no comboio n.º 4100, na Linha do Douro, em 10-10-2016”, registado com o número F_RI2020/02.

O Diretor do GPIAAF,

Nelson Oliveira

(assinado no original)

Sumário

Este relatório consubstancia o resultado da investigação feita pelo GPIAAF ao incêndio de um motor diesel da UTD 592.038 quando efetuava o comboio de passageiros n.º 4100, na estação de Juncal, 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 da União 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 incidente, 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) a notificação do incidente recebida, 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 || Keywords suggestions

Fuga de combustível; incêndio; Juncal; Linha do Minho; MAN D2866 LUE 601; motor diesel; sistema de injeção; túnel; UTD592.

Fire; fuel leak; fuel injection system; Juncal; Linha do Minho; MAN D2866 LUE 601; tunnel; UTD592.

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 são explicados no glossário, no final deste documento.

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 FIGURAS	8
ÍNDICE DE QUADROS	9
1. RESUMO SUMMARY	11
1.1. Breve descrição da ocorrência Short description of the occurrence	11
1.2. Principais conclusões da investigação Main conclusions of the investigation	12
1.3. Principais recomendações e respetivos destinatários Main recommendations and their addressees	13
2. FACTOS IMEDIATOS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA	15
2.1. Ocorrência	15
2.2. Investigação pelo GISAF/GPIAAF	15
2.2.1. Notificação da ocorrência e ações imediatas	15
2.2.2. Decisão de investigar	16
2.2.3. Âmbito da investigação	16
2.2.4. Investigador responsável	16
2.2.5. Processo de investigação	16
2.3. Circunstâncias da ocorrência	18
2.3.1. Pessoas e entidades envolvidas	18
2.3.2. Material circulante	19
2.3.3. Infraestrutura	20
2.3.4. Sistemas de exploração e sinalização	21
2.3.5. Comunicações	21
2.3.6. Obras efetuadas no local ou nas imediações	21
2.3.7. Ativação do plano de emergência ferroviário e respetiva cadeia de acontecimentos	21
2.3.8. Ativação do plano de emergência dos serviços públicos e respetiva cadeia de acontecimentos	22
2.4. Mortes e danos corporais e materiais	23
2.4.1. Mortes e danos corporais	23
2.4.2. Danos materiais	23
2.4.3. Custos diretos do acidente	23
2.4.4. Custo económico dos atrasos	24
2.5. Circunstâncias externas	24
3. REGISTO DOS INQUÉRITOS	25
3.1. Resumo dos depoimentos	25
3.2. Sistema de Gestão da Segurança	25
3.2.1. Certificação dos SGS das empresas envolvidas	25
3.2.2. Componentes relevantes do SGS do gestor da infraestrutura	25
3.2.2.1. Monitorização de informação	25
3.2.3. Componentes relevantes do SGS da empresa de transporte ferroviário	26
3.2.3.1. Disposições para assegurar que o material circulante tem a manutenção em dia	26
3.2.3.2. Disposições sobre as verificações das condições do material circulante pela tripulação	27
3.2.3.3. Monitorização da segurança	27
3.2.3.4. Riscos partilhados (relacionados com atividades de outras empresas do sistema ferroviário)	27
3.2.4. Supervisão pela autoridade nacional de segurança ferroviária	27
3.3. Normas e regulamentação	28
3.4. Funcionamento do material circulante e das instalações técnicas	29
3.4.1. Material circulante	29
3.4.1.1. Dados dos aparelhos de registo	29
3.4.1.2. Descrição dos componentes relevantes da unidade automotora	29
3.4.1.3. Observações ao material circulante após o incêndio	31
3.4.1.4. Manutenção	36

3.4.1.5.	Numeração da UTD 592.038	38
3.4.2.	Infraestrutura	39
3.5.	Documentação das ações relativas ao sistema de exploração	39
3.5.1.	Circulação do comboio	39
3.5.2.	Pós-acidente	40
3.6.	Interface homem/máquina/organização	40
3.6.1.	Pessoal da empresa de transporte ferroviário	40
3.6.2.	Condições para a inspeção do motor durante a manutenção	40
3.7.	Ocorrências de carácter semelhante	41
3.7.1.	Histórico de ocorrências por incêndio de UTD 592.0 e 592.2 em Portugal	41
3.7.2.	Histórico de ocorrências por incêndio de UTD 592.0 e 592.2 em Espanha	42
3.7.3.	Ocorrências de incêndio em material circulante na UE	43
4.	ANÁLISE E CONCLUSÕES	45
4.1.	Relatório final da cadeia de acontecimentos	45
4.2.	Debate	45
4.2.1.	Processo de desgaste dos tubos do sistema de injeção de combustível	45
4.2.2.	Processo de início do incêndio	47
4.2.3.	O sistema de proteção e alarme de incêndio dos motores	47
4.2.4.	Ações de manutenção na UTD	48
4.2.5.	Medidas de controlo e mitigação do risco pela ERM	49
4.2.6.	Medidas de controlo e mitigação do risco pela ETF, pelo GI e pela autoridade nacional de segurança	50
4.2.7.	O histórico de incêndios neste tipo de material circulante e o processo de autorização e de entrada ao serviço em Portugal	50
4.3.	Conclusões	51
4.4.	Observações suplementares	53
4.4.1.	Formação da tripulação para incêndios em túneis	53
5.	MEDIDAS ADOTADAS	55
5.1.1.	Pela empresa de transporte ferroviário e pela entidade responsável pela manutenção	55
6.	RECOMENDAÇÕES	57
6.1.	Enquadramento	57
6.2.	Recomendações de segurança relativas à ocorrência	57
6.3.	Recomendações de segurança relativas a observações suplementares	58
7.	INFORMAÇÃO ADICIONAL	59
7.1.	Abreviaturas e acrónimos	59
7.2.	Glossário	59
7.3.	Bibliografia	61
8.	ANEXOS	63
	ANEXO 1 - Comunicação da decisão de investigar	
	ANEXO 2 - Árvore causal do acidente	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização do acidente	11
Figura 2: Imagem do incêndio	15
Figura 3: Representação esquemática da UTD 592.038	19
Figura 4: Aspeto geral de uma UTD série 592.0 e de uma UTD série 592.2	20
Figura 5: Vista geral da estação de Juncal	20
Figura 6: Representação esquemática da UTD série 592.038	29
Figura 7: Localização dos motores diesel no veículo motor 054	30
Figura 8: Ilustração do motor diesel na sua posição de trabalho	30
Figura 9: Motor em estado novo/reparado	30

Figura 10: Esquema da tubagem do sistema de injeção de combustível	31
Figura 11: Aspeto exterior após o incêndio	32
Figura 12: Aspeto exterior do motor após desmontagem	32
Figura 13: Cablagem elétrica destruída pelo incêndio	32
Figura 14: Deformação e desgaste num tubo de alta pressão	33
Figura 15: Deformações e desgaste em vários tubos de alta pressão	33
Figura 16: Deformação e desgaste em tubo de alta pressão	33
Figura 17: Tubo de alta pressão com fuga	34
Figura 18: Esquema do sistema de proteção de incêndio no motor	34
Figura 19: Luz avisadora do sistema de proteção de incêndio no motor	35
Figura 20: Buzina avisadora do sistema de proteção de incêndio no motor	35
Figura 21: Pormenor do cabo do sistema de proteção anti-incêndio	35
Figura 22: Extrato do gráfico regulado do dia 10-10-2016 referente ao troço entre Régua e Juncal	39
Figura 23: Percorso percorrido pelo comboio	39
Figura 24: Pormenor do acesso à parte superior do motor com as dimensões assinaladas	40
Figura 25: Fotos da ocorrência de incêndio em UTD 592, no dia 14-07-2015 em Jaravia, Espanha	42
Figura 26: Histórico de acidentes significativos por tipo (EU-28:2012:2014).	43
Figura 27: Abraçadeira dos tubos do sistema de injeção de combustível (situação novo)	46
Figura 28: Desgaste dos tubos do sistema de injeção de combustível	46
Figura 29: Comparação entre o evidente desgaste e deformação identificados nos tubos do sistema de injeção de combustível e as condições nominais de separação dos tubos	47
Figura 30: Evidência de componente em alumínio que atingiu a temperatura de fusão	48
Figura 31: Foto e destaque da tubagem da ocorrência de 12-10-2012	49
Figura 32: Foto e destaque da informação da RENFE afixada na cabina de condução	54

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Tempos de resposta das entidades envolvidas	17
Quadro 2: Informação administrativa da unidade automotora 592.038	19
Quadro 3: Túneis da Linha do Douro, troço de Régua -Caíde	20
Quadro 4: Sequência de eventos da emergência ferroviária	22
Quadro 5: Sequência de eventos das operações da emergência dos serviços públicos intervenientes	23
Quadro 6: Custos parciais do acidente	24
Quadro 7: Penalizações aos comboios	24
Quadro 8: Ciclos de manutenção das UTD série 592.0 e 592.2	36
Quadro 9: Extrato do plano de manutenção das UTD série 592.0 e 592.2	37
Quadro 10: Extrato da FIN.5920.238.01.MIT a utilizar no plano de manutenção das UTD série 592.0 e 592.2	37
Quadro 11: DTB idas à oficina para resolução de anomalias	37
Quadro 12: Lista do material da série 592.0 e 592.2 em operação em Portugal à data do acidente	38
Quadro 13: Incêndios registados na rede ferroviária nacional com UTD 592.0 e 592.2 (2012-2016)	41
Quadro 14: Incêndios com série 592 registados na rede ferroviária espanhola (2005-2017)	42

Página propositadamente deixada em branco

1. RESUMO || SUMMARY

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

O acidente aconteceu no *comboio* n.º 4100, realizado com a unidade tripla diesel 592.038, na *estação* de Juncal (Linha do Douro), pelas 06:00 do dia 10 de outubro de 2016.

O *comboio* regional de passageiros n.º 4100, do operador CP - Comboios de Portugal, E.P.E., era proveniente da *estação* de Régua e com destino à *estação* de Caíde e circulava no horário previsto.

The accident took place with train 4100 performed by triple-DMU 592.038, at Juncal station (Linha do Douro), at 06:00 on the 10th October 2016.

Regional train 4100 was operated by CP - Comboios de Portugal, E.P.E. and was a service from Régua to Caíde stations, running on time.

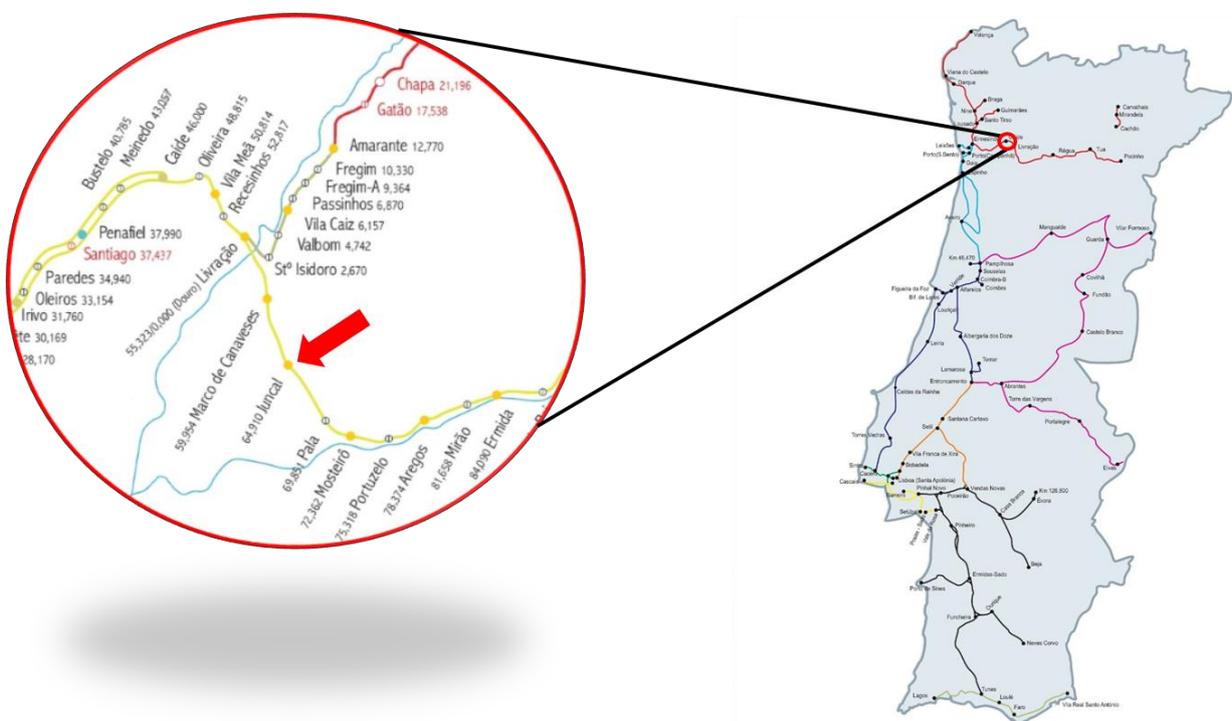


Figura 1: Localização do acidente || Figure 1: Accident location

Durante a execução do serviço comercial, o *operador de revisão e venda* (ORV) sentiu durante o trajeto, e ainda na paragem no apeadeiro de Pala, um forte odor a gásóleo dentro do veículo traseiro. Após a partida do apeadeiro encaminhou-se pelo interior do *comboio* em direção à cabine de condução para ir avisar o *maquinista*.

Após paragem na *estação* de Juncal, a tripulação deslocou-se à cauda do *comboio* e constatou a existência de foco de incêndio no motor diesel n.º 3, tendo tentado de imediato combater o incêndio com os meios portáteis disponíveis na

During the trip, the train manager felt a strong diesel smell on the DMU rear vehicle and after departing Pala halt, proceeded forward to warn the driver.

After stopping at the immediate station (Juncal), the two crew members went to the rear of the DMU and found a fire developing on diesel engine #3. They immediately tried to extinguish it with the means available, while also evacuating the passengers.

automotora, enquanto também evacuava os passageiros.

A extinção do fogo apenas foi possível com a intervenção dos B. V. do Marco de Canaveses, sendo a ocorrência dada como concluída às 10:00.

Não houve danos pessoais e o veículo onde se registou o incêndio sofreu danos na zona do motor n.º 3.

Do acidente resultou um custo direto avaliado em aproximadamente 364 mil euros.

Foi penalizada a circulação de 26 comboios, num total de 275 minutos de atraso, aos quais correspondeu um impacto económico convencionado no valor de cerca de 13 mil euros.

It was only possible to put out the fire with the intervention of Marco de Canaveses fire department, finalizing at 10:00.

There were no injuries, both to passengers and crew, and the vehicle where the fire started was damaged around the area of engine #3.

The evaluated direct cost from the accident is of approximately 364 thousand euros.

The running of 26 trains was affected, totalizing 275 minutes of delay, to which corresponded an economic estimated value of 13 thousand euros.

1.2. Principais conclusões da investigação || Main conclusions of the investigation

A investigação concluiu que o incêndio teve origem na fuga de combustível proveniente de dois tubos do sistema de injeção de combustível do motor, os quais se encontravam desgastados.

O sistema das fixações do conjunto de tubos que integra o sistema de injeção de combustível do motor, entre a bomba e os injetores, tornava essas fixações sujeitas a desarranjos regulares devido às suas condições de funcionamento.

As evidências indicaram que estes tubos estavam em contacto quando montados e em funcionamento. O facto de se roçarem, devido à vibração resultante do trabalho do motor diesel, provocou um desgaste anormal nessa zona de contacto. Adicionalmente, foi também estabelecido que o aperto não controlado das abraçadeiras que deveriam manter a integridade e posição dos tubos, levou ao seu esmagamento e agravou o referido desgaste, culminando na perfuração da parede dos tubos.

As operações de inspeção e manutenção a que esse sistema estava sujeito não foram apropriadas para garantir a sua adequada conservação, resultando, a prazo, em condições de fixação dos tubos que os sujeitou a desgastes e deformações que resultaram na sua fissuração e conseqüente fuga de combustível para cima do motor. Esse combustível acabou por entrar em combustão, resultando no incêndio do veículo.

The investigation concluded that the fire originated from the leakage of fuel from two worn out fuel lines in the engine's fuel injection system.

The fixing system of the set of lines integrating the fuel injection system of the diesel engine, between the pump and the injectors, made these fixings subject to regular disarrangements due to their operating conditions.

The evidence indicated that these pipes were in contact when in operation. The fact that they rub against each other, due to the vibration resulting from the working of the diesel engine, caused an abnormal wear in their contact area. In addition, it was also established that the uncontrolled tightening of the clamps that should maintain the integrity and position of the tubes, led to their crushing and aggravated the mentioned wear, culminating in the perforation of the pipes' walls.

The inspection and maintenance operations to which this system was subjected were not as to guarantee its proper status, resulting eventually in fixing conditions that subjected the pipes to wear and deformations that resulted in their cracking and subsequent leakage of fuel to the top of the engine. This fuel ended up combusting, resulting in the fire on the vehicle.

Esta condição estava latente em todas as UTD das séries 592.0 e 592.2, as quais tinham um histórico significativo (desde há pelo menos 11 anos) de incêndios recorrentes e com a mesma causa, quer antes de entrarem ao serviço em Portugal, quer depois.

No entanto, ao longo dos anos, tal não motivou uma revisão do sistema de fixação ou dos processos de manutenção que se revelasse eficaz para reduzir o risco a um nível tão baixo quanto razoável, nem esse histórico foi tido em consideração pela *empresa de transporte ferroviário* (ETF) nem pela autoridade nacional de segurança ferroviária no processo de autorização e monitorização da utilização daquele *material circulante* na rede ferroviária nacional (RFN).

Após o acidente, a entidade responsável pela manutenção (ERM) dos veículos implementou uma série de ações de revisão ou substituição completa do sistema de tubagens de injeção de combustível e de ações de mitigação do risco de incêndio com origem em fugas de combustível deste sistema, onde todas as UTD 592 a operar em Portugal foram intervencionadas.

Desde então nenhum outro incêndio foi registado em Portugal com estes veículos.

This condition was latent in all DMUS of the 592.0 and 592.2 series, which had a significant history (for at least 11 years) of recurrent fires and with the same cause, either before entering service in Portugal and afterwards.

However, over the years, this has not prompted a revision of the fixing system or maintenance processes that would prove effective in reducing the risk to a level as low as reasonable, nor has this history been taken into account by the railway undertaking, nor by the national railway safety authority in the process of authorizing and monitoring the use of that rolling stock on the national railway network.

After the accident, the entity in charge of maintenance (ECM) of the vehicles implemented a series of actions to overhaul or completely replace the fuel injection lines system, and also undertook other fire risk mitigation actions originating from fuel leaks, where all DMU 592 operating in Portugal were treated.

Since then, no other fire has so far been recorded in Portugal with these vehicles.

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, duas recomendações de segurança relativas às causas do acidente:

- Uma tendo como implementador final a ERM Renfe Mantenimiento, relativamente à revisão dos procedimentos de inspeção do estado do sistema de alimentação de combustível a alta pressão dos motores diesel das séries 592.0 e 592.2;
- Uma tendo como implementador final a empresa CP - Comboios de Portugal, E.P.E., relativamente à revisão dos procedimentos do seu *sistema de gestão da segurança* (SGS) relevantes para a identificação de padrões de acidentes/incidentes na operação de material circulante e introdução das correspondentes medidas de controlo do risco.

In this report, two safety recommendations related to the causes of the accident are addressed to IMT, I.P., as the National Safety Authority:

- One with ERM Renfe Mantenimiento as its final implementer, regarding the revision of the inspection procedures to the condition of the high-pressure fuel supply system of the diesel engines on DMUs 592.0 and 592.2;
- One with the RU CP - Comboios de Portugal E.P.E. as final implementer, regarding the revision of the procedures on its safety management system relevant to the identification of accident/incident patterns in the operation of rolling stock, and the introduction of the corresponding risk control measures.

Alguns aspetos relacionados com causas identificadas na investigação já foram objeto de ações implementadas e documentadas pelas empresas envolvidas, demonstrando um adequado funcionamento do processo de melhoria dos respetivos sistemas de gestão, ou foram já contemplados em legislação entretanto entrada em vigor, não necessitando assim da emissão de qualquer recomendação.

Outras oportunidades de melhoria identificadas pela investigação foram objeto no passado de recomendações à Infraestruturas de Portugal e ao IMT e encontram-se abertas, em fase implementação, motivo pelo qual o GPIAAF optou neste caso por não as formular novamente ou reiterar.

Some aspects related to causes identified in the investigation have already been subject to actions implemented and documented by the organizations involved, demonstrating an adequate functioning of the improvement process on their respective management systems, or have meanwhile already been contemplated in legislation, thus not requiring any recommendation.

Other opportunities for improvement identified by the investigation have been the subject of recommendations in the past to the IM and to the NSA, and are open, being implemented, for which reason GPIAAF chose not to issue new ones or reiterate the previous.

2. FACTOS IMEDIATOS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA

2.1. Ocorrência

No dia 10 de outubro de 2016, cerca das 06:00, na estação de Juncal, na Linha do Douro, imobilizou-se o comboio regional de passageiros n.º 4100, no qual se verificava um incêndio no último veículo do comboio.

O comboio do operador CP - Comboios de Portugal, E.P.E., efetuado pela unidade tripla diesel (UTD) 592.038, era proveniente da estação de Régua e tinha como destino a estação de Caíde, circulando à tabela.

Ao chegar à estação de Juncal e constatando a existência de um foco de incêndio no motor, a tripulação, após evacuação dos passageiros, tentou extingui-lo com os meios portáteis disponíveis na automotora. Não tendo sucesso, foi necessária a intervenção dos B. V. do Marco de Canaveses, sendo dado o incêndio como extinto às 10:00.

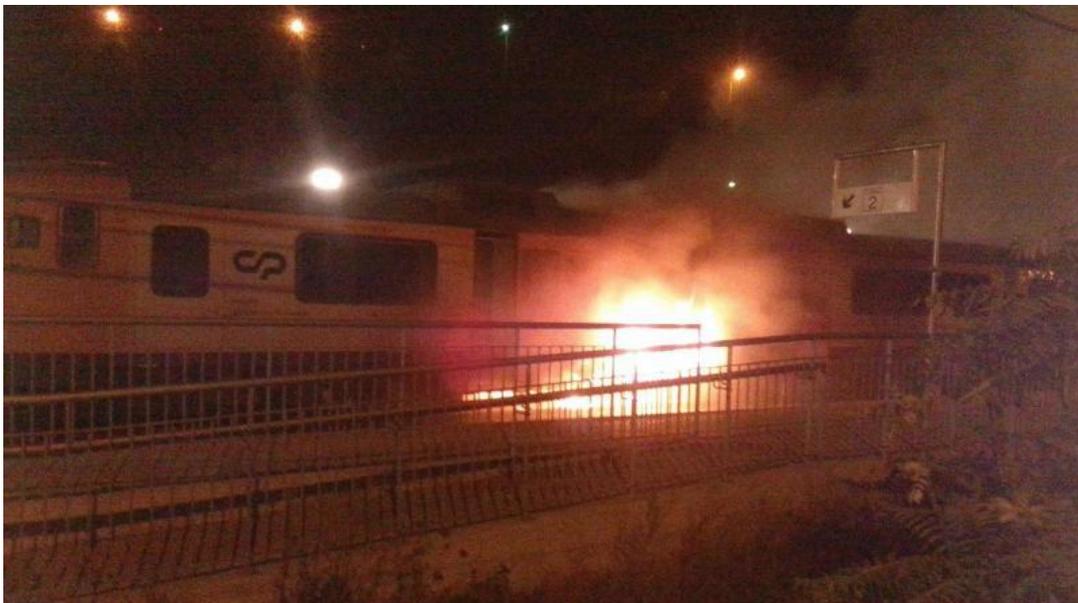


Figura 2: Imagem do incêndio [fonte: TVI¹]

2.2. Investigação pelo GISAF/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)² foi efetuada em 10-10-2016, às 08:00 através de comunicação da Proteção Civil, posteriormente complementada por notificação detalhada por correio-eletrónico, do *gestor da infraestrutura* (GI).

O acidente não configura as características que determinam a obrigatoriedade legal da sua investigação pelo Gabinete. Por isso, em conformidade com os seus procedimentos e considerando a tipologia da

¹ <http://www.tvi24.iol.pt/sociedade/incendios/carruaqem-de-comboio-ardeu-parcialmente-na-linha-do-douro>

² 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).

ocorrência e o alarme social suscitado, o GISAF abriu um processo de análise preliminar a fim de recolher a informação necessária sobre o evento, com vista a permitir avaliar os ensinamentos de segurança que poderiam ser retirados para o sistema ferroviário.

Para esse efeito, foram de imediato estabelecidos contactos com representantes da ETF, da ERM e do gestor da infraestrutura e recolhida a informação necessária.

2.2.2. Decisão de investigar

Após análise da informação recolhida, a decisão de investigar foi tomada em 12-10-2016 pelo diretor do GISAF, no âmbito das suas atribuições e competências, com fundamento no n.º 2 do art.º 4.º do Decreto-Lei n.º 394/2007 (n.º 2 do art.º 19.º da Diretiva n.º 2004/49/CE): Investigação opcional de acidentes e incidentes que, em circunstâncias ligeiramente diferentes, poderiam ter conduzido a acidentes graves, no âmbito da Diretiva. A este processo foi atribuído o código interno de identificação Inv_20161010.

A decisão de investigar, com os respetivos fundamentos, consta de formulário de investigação interno e foi comunicada em 12-10-2016 à autoridade nacional de segurança ferroviária, ao gestor da infraestrutura ferroviária e à empresa de transporte ferroviário envolvida. Foi registada na base de dados ERAIL da Agência Ferroviária da União Europeia, tendo-lhe sido atribuída a referência PT-5172.

2.2.3. Âmbito da investigação

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

- Circunstâncias em que o acidente ocorreu;
- Atuação dos serviços de emergência;
- Procedimentos e ações operacionais que se mostrem relevantes;
- Consideração do historial de outras ocorrências similares com este tipo de material circulante (séries 592.0 e 592.2) e medidas de controlo do risco tomadas em sequência pela ETF e pela ERM;
- Consideração do historial prévio de ocorrências relevantes para a segurança no processo de autorização deste material circulante em Portugal;
- Eficácia das medidas implementadas para controlar o risco de acidentes decorrente dos fatores causais primários que sejam identificados;
- Causas profundas relacionadas com a gestão dos níveis relevantes das empresas envolvidas;
- Supervisão feita pela autoridade nacional de segurança ferroviária, no seu âmbito de competência, caso seja pertinente face aos fatores causais que sejam identificados.

Ressalva-se que a investigação em causa tem um cariz meramente técnico não se ocupando, em caso algum, de qualquer atribuição de culpas 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 12-10-2016, 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 da manutenção do 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 documentais:

- Documentação sobre a tripulação do comboio e suas escalas de serviço;

- Documentação técnica do material circulante;
- Participações da tripulação do comboio n.º 4100;
- Relatório do registo de controlo de velocidade do comboio;
- Gráficos de circulação ferroviária;
- Legislação, normas, regulamentos e outros documentos normativos;
- Relatório da ERM sobre o acidente;
- Características da via nos locais e momentos relevantes;
- Planos e procedimentos de manutenção do material circulante;
- Documentação de posse do Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P..

Foram utilizados os seguintes métodos de investigação:

- Peritagem do material circulante relevante e determinação das operações de manutenção realizadas;
- Visita ao local do acidente;
- Entrevistas ao pessoal operacional da empresa de transporte ferroviário e da entidade responsável pela manutenção;
- Reuniões com representantes das seguintes entidades ou órgãos:
 - Direção de Segurança do GI;
 - Direção de Segurança da ETF;
 - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.;
 - Entidade responsável pela manutenção do veículo;
- Tratamento e análise da informação e documentação recolhida.

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 todas as informações solicitadas. De igual modo, os restantes intervenientes mostraram sempre recetividade 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 pela investigação variou entre 1 e 49 dias, conforme se indica:

Entidade	Tempos de resposta
CP – Comboios de Portugal, E.P.E.	De 1 a 49 dias
IP – Infraestruturas de Portugal, S.A.	De 1 a 21 dias
ANPC – CDOS Porto	De 1 a 5 dias
IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.	De 1 a 2 dias

Quadro 1: Tempos de resposta das entidades envolvidas

Sem prejuízo dos contactos e reuniões realizados durante o processo de investigação, de modo a dar formalmente às partes interessadas³ a oportunidade de corrigir eventuais erros factuais e submeter para a investigação as suas opiniões e perspetivas, o relatório preliminar foi remetido em 25-03-2020, no âmbito da audiência prévia prevista no ponto 4 do Artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 394/2007, de 31 de

³ 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.

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;
- Infraestruturas de Portugal, S.A., enquanto gestor da infraestrutura;
- CP - Comboios de Portugal E.P.E., enquanto empresa de transporte ferroviário operadora e detentora do veículo;
- RENFE Fabricación y Mantenimiento S.M.E., S.A., enquanto entidade responsável pela manutenção do veículo.

Foram recebidos comentários de todas as entidades referidas, os quais contribuíram para a melhoria da versão preliminar, tendo sido geralmente aceites e integrados no texto do presente documento.

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 n.º 4100, com a designação social CP – Comboios de Portugal, E.P.E., responsável pela tripulação e detentora do material circulante envolvidos na ocorrência. Para exercer a sua atividade de transporte de passageiros dispunha de Certificado de Segurança, parte A, n.º PT 11 2016 0002, e parte B n.º PT 12 2016 0002, emitido pelo IMT e válido até 31-08-2021.⁴

Da ETF estiveram diretamente envolvidos os membros da tripulação do comboio, constituída por maquinista e pelo *chefe do comboio*, função desempenhada nas condições regulamentares pelo operador de revisão e venda. Ambos estavam habilitados para desempenhar as suas funções.

- b) A Empresa Responsável pela Manutenção (ERM) da UTD 592.038, com a designação social de RENFE Fabricación y Mantenimiento Sociedad Mercantil Estatal S.A., certificada nos termos do Regulamento (UE) 445/2011 pela agência nacional de segurança ferroviária espanhola, tendo o certificado n.º ES/31/0015/0007 sido emitido em 09-06-2015 e com validade até 08-06-2020.
- c) 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 31-08-2017.⁵

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 (CCO), coordenar a gestão operacional de ocorrências, coordenar a informação relevante, com incidência na circulação de comboios;
- c2. O Centro de Comando Operacional do Porto, 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

⁴ 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.

⁵ A Autorização de Segurança “Parte A” confirma a aprovação do sistema de gestão de segurança do gestor da infraestrutura. O 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, de acordo com a legislação aplicável.

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.

- d) 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, nos termos da legislação aplicável.
- e) Os serviços públicos de emergência envolvidos nas operações de socorro.

2.3.2. Material circulante

O comboio n.º 4100 do dia 10 de outubro de 2016 era constituído pela UTD n.º 592.038, pertencente à série 592.0, é propriedade da empresa RENFE ALQUILER⁶ (Espanha) e detida pela CP, a qual a utiliza em regime de aluguer.

UIC / NEV (matrícula)	Série	Empresa proprietária (owner)	Empresa detentora (keeper)	Empresa responsável pela manutenção (ERM)
90 71 759 2 038-4	UTD 592.0	RENFE Alquiler Material Ferroviario	Comboios de Portugal, E.P.E.	RENFE Fabricación y Mantenimiento

Quadro 2: Informação administrativa da unidade automotora 592.038

Este material circulante iniciou a operação em Portugal a partir de 19-12-2010 e, à data do acidente, a sua utilização na rede ferroviária nacional encontrava-se regulada na Instrução Complementar de Segurança (ICS) 115/05 (“Condições de circulação de Automotoras e Unidades Automotoras”).

Esta série foi construída pelos fabricantes espanhóis Macosa e Ateínsa entre 1981 e 1984 e é composta por unidades automotoras diesel constituídas por três veículos ligados entre si por engates rígidos, cada um com duas portas por face para uso dos passageiros. Cada unidade automotora possui dois veículos motores nas extremidades e um veículo reboque ao centro. Dispõem de um total de 200 lugares sentados, um WC em cada veículo e ar condicionado em toda a sua extensão. Podem circular à velocidade máxima de 120 km/h e em regime de unidades múltiplas até ao limite de três unidades.

Cada conjunto compreende duas cabinas de condução, situada uma em cada extremo, o que permite a circulação da mesma forma em ambos os sentidos da marcha, sendo considerada como cabina n.º 1 a do veículo motor com numeração ímpar.

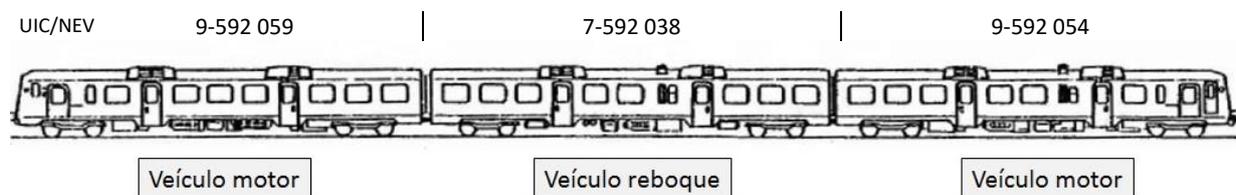


Figura 3: Representação esquemática da UTD 592.038
[figura adapt. de FERNAVE]

A CP tem também alugadas à RENFE unidades da série 592.2, a qual resulta de modernização e modificação de 27 automotoras da série 592.0 feita nas oficinas da RENFE a partir do ano 2002, mantendo constituição técnica similar para os efeitos que interessam à presente investigação.

⁶ Nome simplificado de “Renfe Alquiler de Material Ferroviario Sociedad Mercantil Estatal, S.A.”.



Figura 4: Aspeto geral de uma UTD série 592.0 (à esq.) e de uma UTD série 592.2 (à dta.)
[fotos cedidas por Pedro Almeida e Tiago Mota, respetivamente]

2.3.3. Infraestrutura

A *infraestrutura* ferroviária na estação de Juncal (PK 64,910)⁷, zona onde se verificou o acidente, é composta por duas linhas de circulação, a linha I e a linha II. O local não dispunha de instalações fixas de tração elétrica para distribuição de energia aos comboios.

A linha I, na qual ocorreu o incêndio, tinha armação com carril perfil UIC 54 E1 em *barras curtas*, fixadas elasticamente com grampos a travessas de madeira assentes em balastro de pedra.



Figura 5: Vista geral da estação de Juncal

Considerando o sentido da marcha do comboio, o incêndio ocorreu após o comboio ter atravessado o maior túnel existente em via única com uma extensão de 1621 m.

Linha do Douro	Caíde	46,472	47,558	1.086	←
	Gaviarra	57,845	58,103	258	
	Campinha	58,289	58,516	227	
	Juncal	65,247	66,868	1.621	←
	Riboura	84,435	84,555	120	
	Loureiro	88,016	88,418	402	
	Má Passada	88,454	88,486	32	
	Santinho	100,160	100,242	82	
	Régua	102,580	102,922	342	

Quadro 3: Túneis da linha do Douro, troço de Régua -Caíde

⁷ Referencial com início na estação de Porto Campanhã.

A tabela anterior mostra os túneis existentes na Linha do Douro, no troço entre as estações de Régua e Caíde, encontrando-se assinalados os dois túneis cuja extensão excede 1000 metros.

Na via e local do incêndio, a velocidade máxima prevista na Tabela de Velocidades Máximas (TVM)⁸ era de 100 km/h para as circulações ferroviárias do tipo convencional, não tendo este facto relevância devido ao comboio visado já ter prevista na sua marcha a paragem na estação para serviço comercial.

A infraestrutura não é relevante para a ocorrência deste acidente.

2.3.4. Sistemas de exploração e sinalização

No troço onde se deu o acidente, a exploração normal de comboios é efetuada em regime de cantonamento telefónico⁹, para ambos os sentidos de circulação.

A sinalização protegendo a entrada nas estações é de figura e controlada pelas estações mediante quadro de encravamentos Bouré.

O sistema de sinalização existente não é relevante para o acidente.

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, no local a infraestrutura não está equipada com o sistema *rádio solo-comboio* (RSC).

A UTD estava equipada com RSC operacional.

Neste troço da Linha do Douro é utilizado um sistema de comunicação alternativo nos termos regulamentares previstos para a ferrovia, nomeadamente através de telemóvel da tripulação.

O sistema de comunicações utilizado não foi relevante para o acidente.

2.3.6. Obras efetuadas no local ou nas imediações

No momento do acidente não decorriam quaisquer obras no local ou nas imediações que possam ter sido relevantes para a ocorrência.

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

O *Plano de Emergência Geral* (PEG)¹⁰ 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.

Este acidente, teve como consequências danos no material circulante e paragem na exploração normal de comboios naquela linha enquanto a ocorrência esteve ativa, pelo que foi ativado pelo GI o PEG com a categoria “Laranja”.

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 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

⁸ A TVM é elaborada pela Direção de Operações do Gestor de Infraestrutura.

⁹ Regime de exploração que se realiza com troca de despachos telefónicos (pedidos e concessões de avanço, avisos de chegada e de partida e passagem dos comboios) entre uma Dependência e as suas colaterais com interferência na circulação.

¹⁰ IMT - Instrução de Exploração Técnica 96 (Plano de Emergência Geral).

Emergência (CE) e o Gestor Local de Emergência (GLE). 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), o qual 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 (neste caso, o CO Porto).

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

Data / Hora (hh:mm)	Evento	Tempo decorrido (hh:mm)
06:02	O comboio pára na linha I da estação de Juncal (PK 64,910).	00:00
n/d	Passageiros são retirados da composição.	n/d
06:11	Chefe de comboio, após as tentativas infrutíferas de apagar o incêndio com os extintores de bordo e de efetuar chamada para o número nacional de emergência (112) a solicitar ajuda para extinguir o incêndio, efetua chamada para o CCO do Porto a informar da situação.	00:09
06:14	Inspetor do CCO do Porto informa Proteção Civil do incêndio e dá características do local da ocorrência.	00:12
06:22	Nomeado GLE e CE para a ocorrência e ativado o plano de emergência para a ferrovia com a categoria "Laranja".	00:20
06:43	Incêndio considerado extinto, seguindo-se a operação de rescaldo.	00:41
07:10	Chegada do GLE (do GI) ao local.	00:58
07:15	Guarnecimento da estação de Juncal para efeitos de exploração ferroviária, para permitir a passagem dos comboios pela linha II. É restabelecida a circulação de comboios com a passagem dos comboios pela linha II da estação de Juncal.	01:13
07:40	Os passageiros foram encaminhados para a plataforma da linha II e tiveram seguimento no comboio n.º 4000.	01:38
09:20	Depois de aprovado pela ETF e pelos Bombeiros, a UTD avançou cerca de dois metros para libertação do circuito da PN ali existente e conseqüente normalização do seu funcionamento (automatizada do tipo B ao km 64,975).	03:18
10:00	O incêndio foi dado como totalmente extinto.	03:58
10:20	Compareceu uma equipa da Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário, S.A. (EMEF) que, depois de analisar o estado da UTD, autorizou a expedição da mesma para a estação de Contumil, a uma velocidade máxima de 50 km/h.	04:18
11:20	Partida da UTD com destino a Contumil (oficinas) com a restrição estabelecida pela EMEF.	05:18
11:45	A estação de Juncal passou ao período de eclipse. Fim da emergência ferroviária.	05:43

Quadro 4: Sequência de eventos da emergência ferroviária

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

Para o local do acidente foi solicitado apoio externo aos serviços públicos de proteção civil, o qual se desenrolou conforme descrito no quadro seguinte.

Data / Hora (hh:mm)	Evento	Tempo decorrido (hh:mm)
06:02	O comboio pára na linha I da estação de Juncal (PK 64,910).	00:00
06:09	Após deteção do incêndio, o chefe de comboio efetua chamada para o número nacional de emergência (112) a solicitar ajuda para extinguir o incêndio. Registo no CDOS Porto do despacho de 1.º alerta.	00:07
06:14	Sala de Operações e Comunicações (SALOC) recebe contacto do CCO do Porto que informa do incêndio na composição e confirma local de paragem do comboio.	00:12
06:17	Nomeado o Comandante das Operações de Socorro (COS).	00:15
06:30	COS chegou ao local do sinistro, informa CDOS da chegada e atualiza informação.	00:28
06:32	COS informa o ponto de situação para a SALOC solicitando mais meios para apoio no rescaldo do incêndio.	00:30
06:43	COS informa SALOC que o incêndio está extinto.	00:41
06:44	Alterada no CDOS Porto a importância da ocorrência para ELEVADA.	00:42
06:50	Chegada da viatura VTTU02 para apoio no rescaldo do incêndio.	00:48
06:55	Chegada de agentes da Guarda Nacional Republicana ao local.	00:53
07:25	Nomeado novo COS (Chefe dos B. V. de Marco de Canaveses).	01:23
07:51	É alterado o estado da ocorrência para “Conclusão” permanecendo os B. V. de Marco de Canaveses no local.	01:49
10:00	O incêndio foi dado como extinto.	03:58
11:45	Saída dos B. V. de Marco de Canaveses do local, desmobilização dos meios e estado da ocorrência passou para “Encerrada”. Fim da emergência.	05:43

Quadro 5: Sequência de eventos das operações da emergência dos serviços públicos intervenientes

2.4. Mortes e danos corporais e materiais

2.4.1. Mortes e danos corporais

Do acidente não resultaram vítimas.

2.4.2. Danos materiais

Na sequência da ocorrência em investigação, o proprietário e a ERM procederam à avaliação técnica/económica para a reposição ao serviço da UTD, tendo em face os estragos apresentados optado pela substituição do veículo afetado pelo incêndio (9-592.054) por outro idêntico. A ERM efetuou uma intervenção do tipo “R” para incorporar esse veículo na UTD.

Na infraestrutura, não houve danos a considerar.

Para o ambiente foram libertados gases e partículas decorrentes da combustão do combustível e materiais do veículo, os quais não foi possível contabilizar.

2.4.3. Custos diretos do acidente

O total do custo direto do acidente foi determinado em aproximadamente 364 mil euros. Na tabela seguinte indica-se os custos associados ao acidente que, no decurso da investigação, foram fornecidos pelas entidades.

ENTIDADE:	Valor
Empresa proprietária do veículo (custo da imobilização + custo da substituição do veículo 054)	362,3 mil €
Operador Ferroviário CP – Comboios de Portugal	1,4 mil €

Quadro 6: Custos parciais do acidente

Por serem valores pouco significativos, não foram considerados os custos das marchas que tiveram de ser realizadas para assegurar a transferência do veículo de substituição de Espanha para Portugal, assim como as restantes marchas de ensaio realizadas antes da unidade ser reposta ao serviço.

2.4.4. Custo económico dos atrasos

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

Tipo de comboio	Supressões de comboios		Penalizações - Total	
	Totais	Parciais	Comboios	Minutos
Passageiros	0	2	25	270
Mercadorias	0	0	1	5
Total	0	2	26	275

Quadro 7: Penalizações aos comboios

Tendo em conta a metodologia para o cálculo do custo de referência associado ao tempo de atraso devido a acidentes¹¹, determina-se que os atrasos e supressões de comboios decorrentes deste acidente tiveram um impacto económico no valor de 13 247 €.

2.5. Circunstâncias externas

No dia 10 de outubro, pelas 06:00, os registos indicavam uma temperatura de 11°C e uma humidade média no valor de 55%. A velocidade média do vento era de 3,6 km/h, soprando de Norte. O sol naquele dia nasceu às 06:11, portanto pouco depois do acidente. Verificava-se ausência de precipitação, apresentando-se o céu limpo.

As condições meteorológicas no momento do acidente não tiveram influência no seu desencadear nem nas operações de socorro.

¹¹ IMT – *Apuramento de Indicadores Comuns de Segurança*. Lisboa: 2015.

3. REGISTO DOS INQUÉRITOS

3.1. Resumo dos depoimentos

No decurso da investigação foram recolhidos os depoimentos dos trabalhadores diretamente envolvidos no acidente assim como em tarefas para ele relevantes. Foram também realizadas reuniões com responsáveis de diversos serviços e entidades considerados pertinentes, quer do lado do material circulante, como do lado da infraestrutura, 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 documentadas ao longo deste relatório nas secções a que digam respeito. Na presente secção apresenta-se apenas o resumo dos depoimentos da tripulação do comboio naquilo que contribui para a compreensão do decorrer do acidente.

Assim, de acordo com as informações recolhidas, a preparação da unidade automotora no local de origem pelo maquinista realizou-se sem incidentes e conforme previsto nos procedimentos.

A viagem ia decorrendo normalmente desde a estação da Régua até que, durante a paragem no apeadeiro da Pala, o chefe do comboio sentiu um forte odor a gasóleo e, quando o comboio retomou a marcha, dirigiu-se do último veículo em direção à cabina de condução para ir avisar o maquinista.

Na cabina ambos verificaram pelos dois retrovisores e não viram nada de anormal, acordando ir na estação de Juncal, da qual se aproximavam, ver o que se passava no último veículo.

Quando o comboio parou na estação, o maquinista desligou os motores diesel do veículo motor da cauda e encaminhou-se para lá a fim de verificar o que se estava a passar. Apercebeu-se do princípio de incêndio e utilizou todos os extintores da UTD para o tentar apagar, não conseguindo os seus intentos.

Acrescentou que o alarme de incêndio da motora 054 se ativou depois de ter ido buscar o extintor de incêndio à cabina, uma vez que apenas quando lá regressou para deixar o extintor vazio estava o referido alarme a tocar.

3.2. Sistema de Gestão da Segurança

3.2.1. Certificação dos SGS das empresas envolvidas

O gestor da infraestrutura tinha o seu Sistema de Gestão da Segurança aprovado pela Declaração de Aprovação de Sistema de Gestão da Segurança n.º 01/2012, emitida pelo IMT, a qual estava válida à data do acidente.

A empresa de transporte ferroviário tinha o seu Sistema de Gestão da Segurança aprovado pela Declaração de Aprovação de Sistema de Gestão de Segurança n.º 02/2012, igualmente emitida pelo IMT, a qual estava válida à data do acidente.

3.2.2. Componentes relevantes do SGS do gestor da infraestrutura

3.2.2.1. Monitorização de informação

No âmbito dos procedimentos de recolha e análise da informação de segurança, o GI efetua o registo em aplicação informática de todas as ocorrências de acidentes e/ou incidentes na rede ferroviária nacional, no âmbito da exploração.

O GI deve efetuar a análise das ocorrências, garantindo a correta classificação de acordo com os Indicadores Comuns de Segurança¹² e observando os objetivos para a segurança da exploração.

Em conformidade com os requisitos do SGS, todos os registos devem ser analisados para detetar qualquer quebra no padrão de segurança e avaliar o desempenho em relação às metas de segurança.

Estes registos também devem ser analisados para identificar quaisquer riscos não previamente considerados.

3.2.3. Componentes relevantes do SGS da empresa de transporte ferroviário

3.2.3.1. Disposições para assegurar que o material circulante tem a manutenção em dia

Sem prejuízo da responsabilidade própria da entidade responsável pela manutenção do material circulante, a ETF tem a obrigação de garantir que os comboios que opera estão em condições seguras para o efeito.

O SGS da ETF detinha o procedimento “Gestão da manutenção e reparação do material circulante (SGI DMT PO 095.02 – Ver. 2) que enquadra e sequencia as atividades de gestão da manutenção do seu material circulante, com vista a garantir o seu funcionamento em condições de segurança, nomeadamente assegurando o cumprimento dos ciclos de manutenção aprovados para cada série de material, além do controlo do potencial de vida útil dos equipamentos rastreáveis.

A supervisão da manutenção do material circulante, incluindo nesta situação em que a ETF não é a ERM, eram da competência da Direção de Material Circulante (DMC).

Para além do referido, à gestão e monitorização da condição do material circulante em causa eram também parcialmente aplicáveis ao caso presente os seguintes procedimentos do SGS:

- “Manutenção do material circulante” (SGI DMT PO 095.03 – Rev. 2): tem a finalidade de definir as atividades a realizar e a respetiva sequência, nomeadamente quanto à supervisão do cumprimento do ciclo de manutenção, entrega do material ao prestador de serviço e disponibilização para exploração (após manutenção do *CONVEL*), programação diária do RSC, planeamento do ciclo longo e aprovação semanal do programa de manutenção;
- “Auditorias à prestação de serviços de manutenção” (SGI DMT PO 095.06 – Rev. 2): estabelece orientações para a realização de auditorias técnicas aos processos utilizados na prestação de serviços de manutenção;
- “Avaliação de fornecedores de serviços de manutenção do material circulante” (SGI DMT PO 095.07 – Rev. 2): estabelece o método a seguir para a avaliação dos fornecedores de serviços de manutenção;
- “Acompanhamento do desempenho de manutenção do material circulante” (SGI DMT PO 095.05 – Rev. 2): define e descreve as atividades a realizar sequencialmente para o acompanhamento do desempenho da manutenção do material circulante e dos sistemas nele embarcados.

Assim, o órgão da ETF responsável pela gestão de toda a frota monitoriza a prestação de serviços de manutenção, o cumprimento dos ciclos e dos planos de manutenção do material circulante ao seu serviço.

O controlo do ciclo de manutenção baseia-se no histórico de funcionamento do veículo (quilómetros e/ou horas de atividade) e nas operações de manutenção anteriormente realizadas.

O órgão da ETF responsável pela gestão da frota supervisiona, também, o cumprimento da legislação aplicável às especificações e ensaios dos veículos adquiridos/modernizados, assim como a definição dos requisitos de manutenção e controlo da sua aplicação.

¹² Diretiva 2004/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril. Bruxelas: 2004.

Os órgãos operacionais da ETF seguem as instruções, normas e outras condições estabelecidas, relativas à operação do material circulante, e asseguram a entrega dos veículos para manutenção nas datas programadas ou para reparação quando ocorram avarias.

3.2.3.2. Disposições sobre as verificações das condições do material circulante pela tripulação

O “Regulamento para a condução de unidades motoras”¹³, em vigor à data do acidente, continha as disposições regulamentares gerais relativamente à atividade específica do pessoal de condução, estabelecendo os requisitos necessários para o efeito e definindo regras e procedimentos a observar durante o serviço.

Das atribuições constantes no documento, refere que o maquinista deve “proceder de acordo com os Manuais de Condução e Instrução relativas à unidade motora que lhe for entregue” e “vigiar a composição do comboio à partida e, frequentemente, durante a marcha”. Deve também “estar atento ao bom funcionamento dos diversos órgãos da unidade motora que conduzir, observando com frequência as indicações dos vários aparelhos de comando”.

Adicionalmente, e para além do disposto no manual de condução das unidades automotoras em apreço, a IGT 3¹⁴ estabelece, não só o tempo previsto para as ações de preparação e resguardo das unidades, mas também o conjunto de operações a realizar em cada uma. No presente caso, o documento aplicável prevê que sejam efetuadas determinadas operações de segurança a partir do solo, nomeadamente a observação do aspeto geral da unidade e a verificação de diversos componentes e indicadores.

3.2.3.3. Monitorização da segurança

De acordo com o seu SGS, a empresa, de entre outras verificações, efetua uma análise às ocorrências operacionais com os comboios que possam revelar a existência de riscos de segurança da sua operação. Uma vez identificados e definidos os riscos, estes deverão ser analisados no âmbito do processo de gestão dos riscos¹⁵.

3.2.3.4. Riscos partilhados (relacionados com atividades de outras empresas do sistema ferroviário)

Nos casos em que outras empresas prestem serviços para a ETF, onde se incluem a ERM, existem procedimentos para que as situações que envolvam potenciais riscos de acidente ou incidente sejam analisadas conjuntamente, elencando a cada uma das partes o que respeita às medidas preventivas e corretivas e aos mecanismos de controlo a implementar.

3.2.4. Supervisão pela Autoridade nacional de segurança ferroviária

A contínua aplicação dos Sistemas de Gestão da Segurança das empresas ferroviárias deve ser objeto de supervisão regular pelo IMT, enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária.

O IMT, até à data do acidente, não havia realizado qualquer auditoria à aplicação do SGS da ETF relativamente aos procedimentos de gestão de material circulante e processos de monitorização associados incluindo, portanto, a supervisão quanto ao cumprimento dos ciclos de manutenção deste

¹³ Regulamento 5 - Regulamento para a condução de unidades motoras. CP – Departamento do Movimento: 1972. Substituído em 02-12-2017 pela Instrução de Operação (I.O.T.) n.º 2 (Condução de unidades motoras).

¹⁴ Instrução de gestão n.º 3 (Tempos de preparação das unidades motoras).

¹⁵ CP – Comboios de Portugal, EPE - Manual do SGS. Lisboa: 2014.

material circulante de passageiros e/ou da evolução dos indicadores, nomeadamente no tocante ao incêndio destas UTD.

No âmbito das suas competências de supervisão e no cumprimento do quadro regulamentar de qualidade e segurança, relativamente ao material circulante, o IMT informou que efetua o seguimento e análise aos indicadores dos precursores de acidentes ferroviários, os quais incluem o indicador “Acidente Significativo - incêndio em material circulante”¹⁶.

3.3. Normas e regulamentação

O normativo legal de enquadramento mais relevante aplicável no contexto deste acidente 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, e
 - 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.
- Regulamento n.º 42/2005 do Instituto Nacional do Transporte Ferroviário, I.P., de 3 de junho, o qual, à data do acidente, 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., e 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.
- 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.

O normativo técnico aplicável e relevante no contexto deste acidente é o seguinte:

- *Plan de mantenimiento (Tren autopulsado serie 592)*, que estabelece a periodicidade e a consistência das operações de manutenção da série 592.0 [Renfe, 2007].

Sempre que necessário para tratamento dos assuntos em que seja relevante, pode ser referida no texto outra regulamentação ferroviária ou normativo técnico específicos.

¹⁶ Indicador definido como qualquer incêndio ou explosão que ocorra em veículos ferroviários (incluindo a carga) quando estes se deslocam entre a estação de partida e o destino, inclusivamente quando se encontram parados na estação de partida, no destino ou nas paragens intermédias, assim como durante as operações de formação de composições. Para ser considerado “acidente significativo” o incêndio terá de provocar pelo menos uma vítima ferida grave, ou danos no material circulante, via, outras instalações ou ambiente de valor igual ou superior a 150 000 €, ou a completa suspensão dos serviços ferroviários por seis ou mais horas.

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.

3.4.1.1. Dados dos aparelhos de registo

A unidade automotora regista no seu sistema CONVEL alguns dados relativos à operação, nomeadamente o espaço percorrido, a velocidade, a pressão na conduta geral de freio e o acionamento do freio e do aviso sonoro pelo maquinista.

Os dados foram recolhidos na unidade de registo da UTD e evidenciam que o registo dos parâmetros de inicialização do sistema relativamente às características do comboio estava conforme com o regulamentado, e que nenhuma ação de condução contribuiu para o acidente.

Este material automotor não regista dados relativos ao funcionamento do sistema de propulsão.

3.4.1.2. Descrição dos componentes relevantes da unidade automotora

Dos testemunhos da tripulação e da observação dos danos, foi estabelecido como certo que o incêndio teve início num motor diesel de tração.

Para permitir a compreensão das informações relevantes sobre o acidente, importa descrever brevemente aquele equipamento e o respetivo sistema de injeção de combustível.

a) Motores diesel

Cada unidade automotora possui dois veículos motores nas extremidades e um veículo reboque ao centro. Cada veículo motor dispõe de dois equipamentos motrizes, cada qual constituído por motor diesel, turbo transmissão e sistema de refrigeração. O veículo reboque intermédio está equipado com um grupo eletrogéneo unicamente para alimentação dos auxiliares (iluminação, ar condicionado, etc.).

A identificação dos motores de tração na unidade automotora é efetuada de acordo com a seguinte designação dos equipamentos:

- No veículo motor, o motor diesel n.º 1 é o mais próximo da cabina e o n.º 2 o mais afastado;
- Na composição, o motor diesel n.º 1 é o mais próximo da cabina habilitada e assim sucessivamente até ao motor n.º 12, quando em regime de três unidades em múltipla tração.

Face ao descrito, ilustra-se na figura seguinte a disposição da unidade motora e dos motores diesel, face ao sentido do movimento, na altura da ocorrência, assinalando-se a vermelho a localização do motor acidentado.

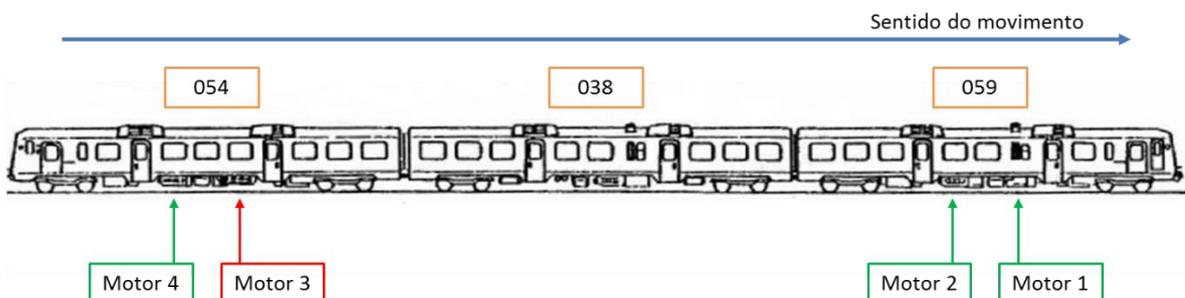


Figura 6: Representação esquemática da UTD série 592.038
[adapt. de figura FERNAVE]

Os motores encontram-se instalados por baixo da caixa do veículo, numa posição horizontal como ilustrado nas figuras seguintes.

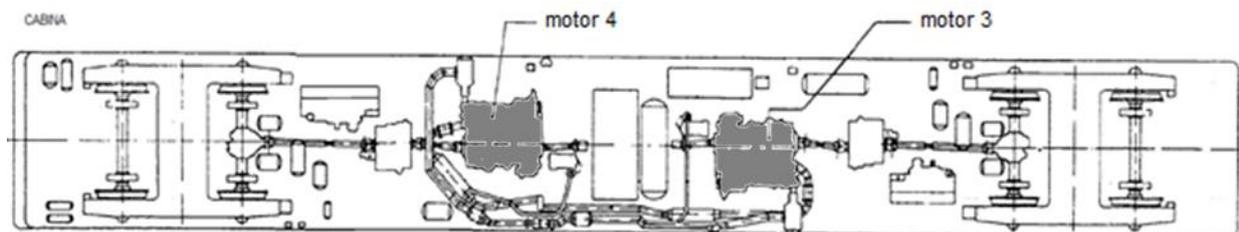


Figura 7: Localização dos motores diesel no veículo motor 054
[adaptação de figura RENFE]

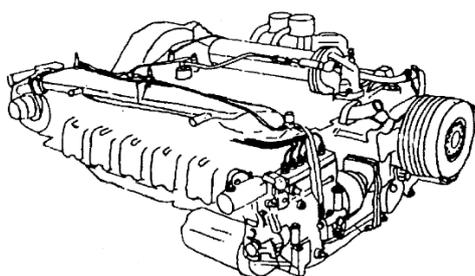


Figura 8: Ilustração do motor diesel na sua posição de trabalho
[adaptação de figura RENFE]

A transmissão do movimento do motor diesel aos rodados é efetuada através de uma transmissão hidráulica com inversor mecânico e um redutor cónico.

No caso em investigação o motor afetado é da marca M.A.N.¹⁷ Büssing, modelo D2866 LUE 601, o qual tem uma larga utilização mundial em veículos de transporte e máquinas industriais. Tem seis cilindros dispostos horizontalmente e em linha, com a potência total de 290 CV (aproximadamente).



Figura 9: Motor em estado novo/reparado

¹⁷ Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Como se pode observar na imagem, o sistema de injeção de combustível entre a bomba injetora e os injetores situa-se por cima do motor, pelo que, devido à configuração da sua montagem, fica entre o bloco do motor e a face inferior da caixa do veículo.

O motor tem diversas proteções instaladas, de entre as quais uma delas originando a paragem do motor em caso da ocorrência de incêndio.

b) Sistema de tubagens de combustível

Cada veículo motor tem um reservatório de combustível com a capacidade de 900 litros que alimenta os dois motores diesel.

Do sistema de injeção de combustível de cada motor destaca-se o conjunto de tubagens (vulgo “aranha”) que serve para conduzir o gasóleo pressurizado da bomba injetora para cada injetor.

Este sistema de tubos de cobre é fixado por abraçadeiras (identificadas na figura seguinte como 7, 8 e 9) com elementos em borracha para dois, três e seis tubos, servindo para os manter separados de forma a evitar o seu contacto e vibração, de acordo com a figura seguinte.

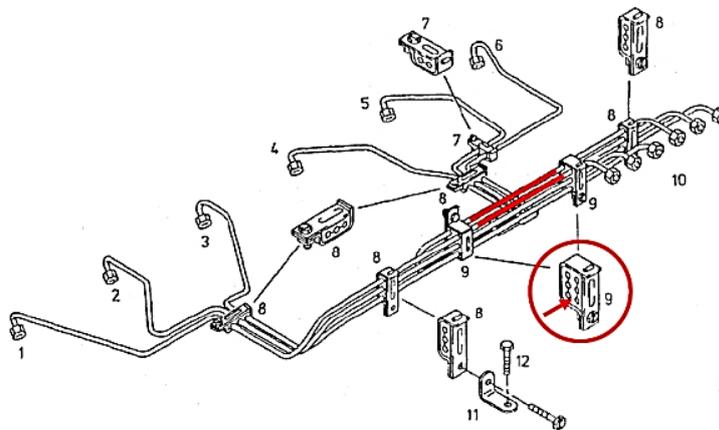


Figura 10: Esquema da tubagem do sistema de injeção de combustível
[adaptação de figura RENFE]

3.4.1.3. Observações ao material circulante após o incêndio

a) Generalidades

A peritagem à UTD foi realizada em 19-10-2016 nas oficinas da EMEF, em Contumil, contando a investigação com o apoio de técnicos dessa empresa e da RENFE para a sua realização.

O incêndio afetou o tanque de combustível, electroválvulas, a cablagem dos circuitos elétricos, os circuitos hidráulicos e pneumáticos e a instalação elétrica, pneumática e de combustível dos motores n.º 3 e 4. O calor libertado provocou também o empeno da face inferior da caixa e danificou as laterais do veículo e algumas condutas interiores.

Numa primeira avaliação junto do veículo sem desmontar o motor, não era perceptível a origem concreta do incêndio.



Figura 11: Aspeto exterior após o incêndio

Em conjunto com os técnicos da RENFE Mantenimiento e da EMEF, foi sendo efetuada a desmontagem do motor n.º 3, onde se sabia através dos relatos da tripulação ter sido a origem do incêndio, e verificou-se que os componentes suscetíveis de serem afetados pelo fogo se encontravam queimados, como se pode observar nas imagens seguintes.



Figura 12: Aspeto exterior do motor após desmontagem



Figura 13: Cablagem elétrica destruída pelo incêndio

Apesar disso, foram detetadas no sistema de alimentação de combustível, mais especificamente no conjunto dos tubos de alta pressão que saem da bomba injetora para os injetores, deformações plásticas não atribuíveis ao incêndio, evidenciando também desgaste no material por roçamento entre si.



Figura 14: Deformação e desgaste num tubo de alta pressão

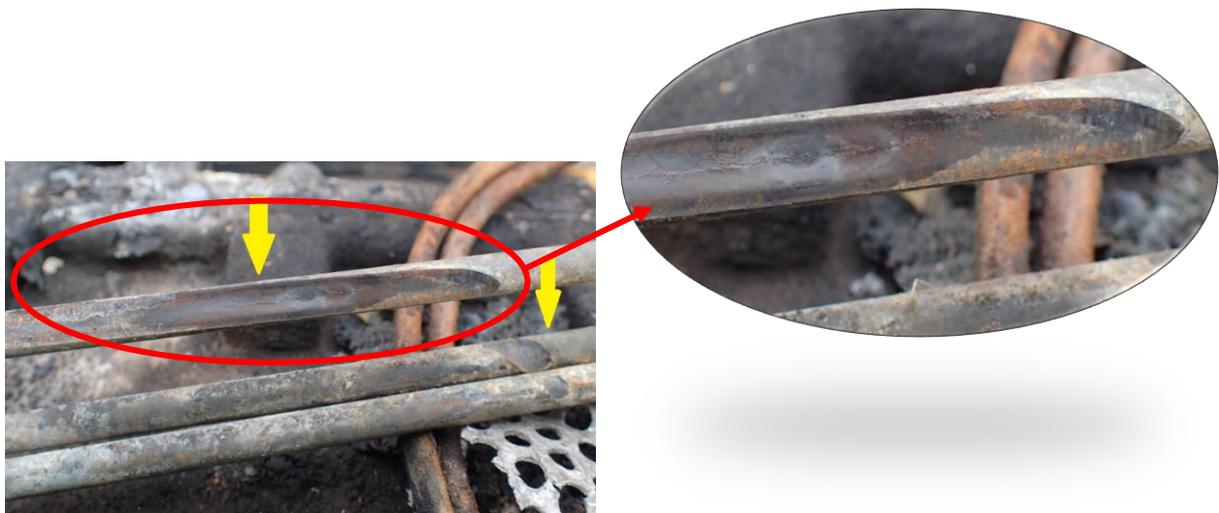


Figura 15: Deformações e desgaste em vários tubos de alta pressão



Figura 16: Deformação e desgaste em tubo de alta pressão

b) Integridade dos tubos

Foi efetuada a desmontagem da “aranha” para uma análise em maior detalhe e verificar a integridade de cada um dos tubos em ambiente adequado.

À vista desarmada não era perceptível rutura em nenhum dos tubos. Por esse facto, a pesquisa a uma possível perda de combustível nesta tubagem levou a que se efetuasse um teste de forma a permitir perceber a estanqueidade de cada um dos tubos.

Para o efeito foram colocados numa tina com água, sendo inserida pressão de ar por uma das aberturas de cada um dos tubos, sendo a outra extremidade selada. Desta forma, a eventual ocorrência de bolhas evidenciaria alguma rutura e o seu local, indicando a existência em serviço de fuga de gasóleo sob pressão.



Figura 17: Tubo de alta pressão com fuga.

O teste atrás mencionado mostrou que os tubos de alimentação do primeiro e quarto injetor não se encontravam estanques, tendo permitido a fuga de combustível que veio a resultar no incêndio.

c) Sistema de deteção de incêndio

Das diversas proteções que o motor tem instaladas, uma delas está direccionada à situação de ocorrência de incêndio, originando a paragem automática do motor. Esta protecção, é constituída por elementos de fusão a 144°C instalados em tensão mecânica, ligados entre si por um cabo de aço, situados por cima do motor, e por um interruptor de paragem do motor.

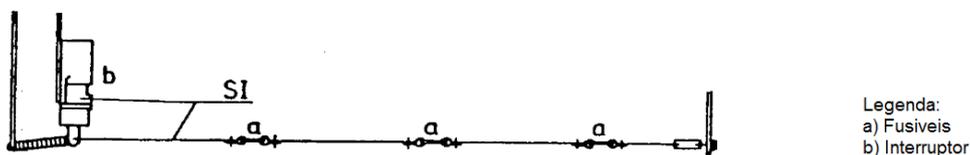


Figura 18: Esquema do sistema de protecção de incêndio no motor

Em caso de incêndio no motor, os elementos “a” fundem-se ao ultrapassar a temperatura de referência desse fusível (144°C), sendo atuado o interruptor “b”, o que resulta na paragem do motor e na emissão de um sinal luminoso no painel de avisos que se encontra por cima do posto de condução em todas as cabinas, complementado com um aviso acústico que soará também em todas as cabinas de condução.

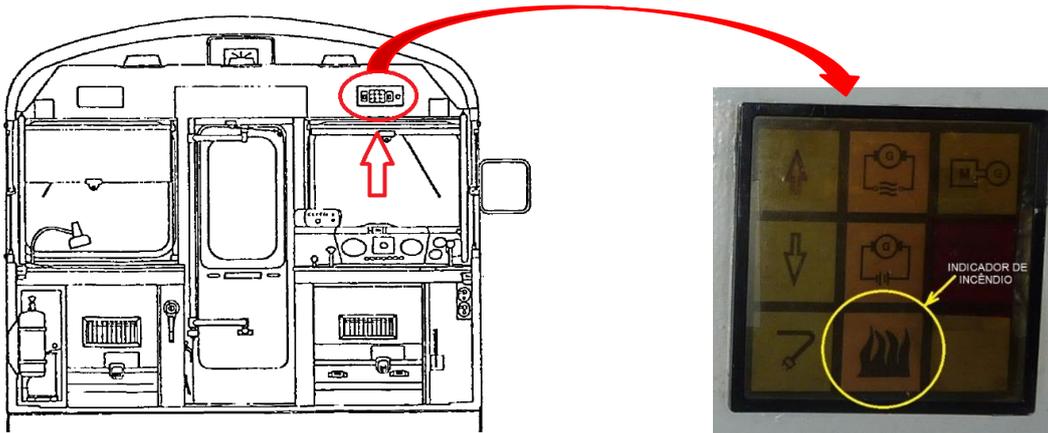


Figura 19: Luz avisadora do sistema de proteção de incêndio no motor

Alarme acústico de
incêndio

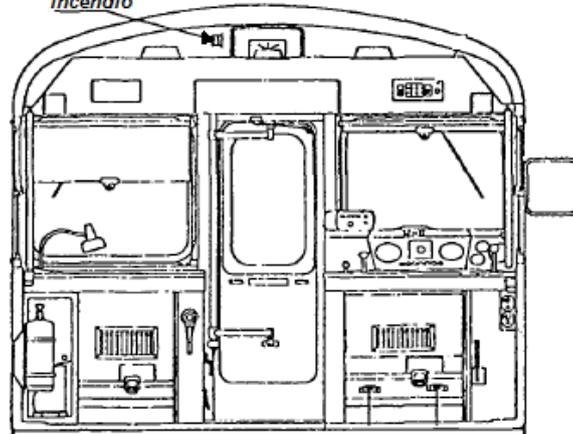


Figura 20: Buzina avisadora do sistema de proteção de incêndio no motor

De acordo com o observado, o sistema encontrava-se acionado nas condições da foto seguinte.

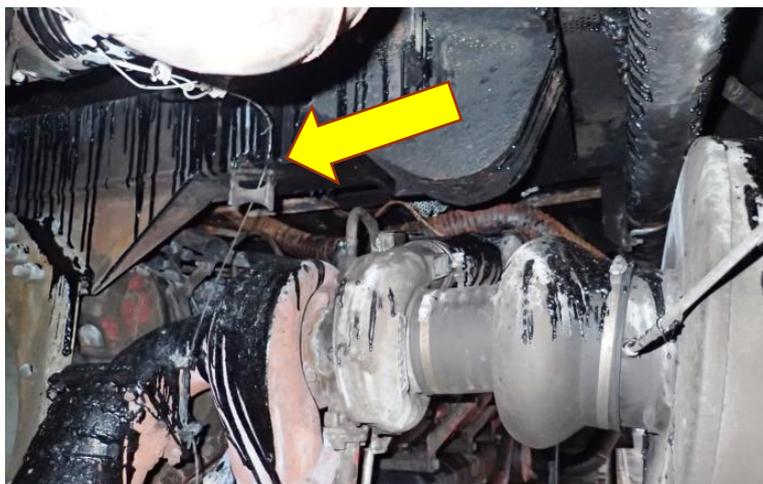


Figura 21: Pormenor do cabo do sistema de proteção anti-incêndio

3.4.1.4. Manutenção

a) Entidade responsável pela manutenção

A entidade responsável pela manutenção da UTD 592.038 estava certificada em conformidade com a Diretiva 2004/49/CE¹⁸ e com o Regulamento (UE) 445/2011, pela agência nacional de segurança ferroviária espanhola, tendo o certificado n.º ES/31/0015/0007 sido emitido em 09-06-2015 e com validade até 08-06-2020.

Sem prejuízo da responsabilidade das empresas ferroviárias e dos gestores de infraestrutura pela operação segura de uma composição, a entidade deve assegurar, por meio de um sistema de manutenção, que os veículos pelos quais é responsável se encontram em condições seguras para circular. Para esse efeito a ERM deve assegurar que a manutenção dos veículos seja efetuada de acordo com o registo de cada veículo e requisitos em vigor, incluindo as regras de manutenção e as disposições relativas às ETI.

A ERM pode efetuar as operações de manutenção ela própria ou recorrer a oficinas contratadas, assegurando sempre a função de gestão da manutenção e a responsabilidade pelos resultados dessas atividades.

No caso das UTD 592.0 e 592.2, a ERM tem subcontratadas algumas operações de manutenção à EMEF, sendo estas realizadas nas oficinas do Parque Oficial do Norte, em Contumil (Porto).

b) Plano de manutenção e seu cumprimento

As operações de manutenção encontram-se definidas no respetivo plano para esta série de material automotor, que possui os seus ciclos de acordo com o ilustrado seguidamente.

tipo de manutenção	abreviatura	kms percorridos		
		mínimo	médio	máximo
Controlo de níveis	CN	2 500	3 000	3 500
Manutenção preventiva	IC	8 000	9 000	10 000
Intervenção média 1	IM1	33 000	36 000	39 000
Intervenção média 2	IM2	99 000	108 000	117 000
Intervenção média 3	IM3	300 000	325 000	350 000
Reparação	R	550 000	600 000	650 000



Quadro 8: Ciclos de manutenção¹⁹ das UTD série 592.0 e 592.2

A ERM evidenciou à investigação que a UTD 592.038 se encontrava com os ciclos de manutenção cumpridos de acordo com o respetivo plano.

A análise das evidências após o acidente permitiu verificar a existência de desgastes anormais nas tubagens que constituem a “aranha” do sistema de alimentação de combustível. Por este motivo, e não tendo a investigação descuroado os restantes componentes da motorização, em seguida focar-se-ão os aspetos relevantes sobre a manutenção efetuada neste sistema.

¹⁸ Diretiva 2004/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de abril de 2004 (Artigo 14.º-A: Manutenção de veículos).

¹⁹ Anota-se que cada tipo de manutenção inclui também as operações previstas nos tipos de menor nível. Ou seja, por exemplo, nas IM2 são feitas também as operações previstas para as IM1.

c) Manutenção do sistema de alimentação de combustível

Segundo o plano de manutenção, em todos os níveis das intervenções IM (*Intervención de Mantenimiento 1, 2 e 3*) e nas intervenções R (*Reparación General*) está previsto ser inspecionada visualmente a instalação do sistema de combustível do motor diesel, observando se não há fugas de gasóleo nos tubos e uniões e se estes estão devidamente colocados, sem roçamentos nem abraçadeiras soltas, conforme extrato do plano de manutenção que se apresenta no quadro seguinte:

PARTES VISITAR	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	INTERVENCIÓN						OBSERV.	SITUAC.		
		CN	IC	IM1	IM2	IM3	R		M1	RI	M2
SISTEMA DE COMBUSTIBLE M.D. (Continuación)											
Motor D2866LUE											
	Inspeccionar visualmente la instalación del sistema de combustible del MD. Observar que no hay fugas de gasoil por tuberías y manguitos, no hay rozamientos en tuberías y no hay bridas flojas.	X	X	X	X	X	X		X		X

Abreviaturas utilizadas corresponden a:					
CN	Control de Niveles	IM2	Intervención Mantenimiento Nivel 2	M1	Coche Motor 1
IC	Intervención de Control	IM3	Intervención Mantenimiento Nivel 3	RI	Remolque Intermedio
IM1	Intervención Mantenimiento Nivel 1	R	Reparación General	M2	Coche Motor 2

Quadro 9: Extrato do plano de manutenção das UTD série 592.0 e 592.2

Esta revisão/verificação do circuito de combustível realizada em todas as operações de manutenção é suportada pela ficha FIN.5920.238.01.MIT que pede para verificar os seguintes pontos:

COMPROBACIONES	RESULTADOS
Fugas en circuito de combustible	<input type="checkbox"/> BIEN <input type="checkbox"/> MAL
Rozamientos en tuberías	<input type="checkbox"/> BIEN <input type="checkbox"/> MAL
Bridas apretadas y tornillos cortos	<input type="checkbox"/> BIEN <input type="checkbox"/> MAL

Quadro 10: Extrato da FIN.5920.238.01.MIT a utilizar no plano de manutenção das UTD série 592.0 e 592.2

A investigação não encontrou procedimentos especificando o modo de instalação das abraçadeiras, seu aperto (binário do aperto ou reaperto, por exemplo) ou critérios objetivos para a sua substituição.

Da verificação feita ao Diário Técnico de Bordo (DTB), recolheram-se os seguintes registos:

Data	Local	km	Horas de serviço	Observações
22-08-2016	PON ²⁰ – Contumil	340127	78883	Intervenção no circuito de refrigeração.
25-08-2016	PON – Contumil	340754	78883	Não especificado.
27-08-2016	PON – Contumil	341953	78883	Lavados os radiadores.
09-09-2016	PON – Contumil	345673	78883	Não especificado.
11-09-2016	PON – Contumil	346024	78883	Não especificado.
13-09-2016	PON – Contumil	346816	78883	Intervencionado o motor do gerador.
25-09-2016	PON – Contumil	353082	78883	Reparado o alternador.
02-10-2016	PON – Contumil	356383	78883	Subir dispositivo de compensação.
07-10-2016	PON – Contumil	358932	78883	Substituída a aranha dos tubos de alta pressão do motor 4 e colocação no serviço.

Quadro 11: DTB idas à oficina para resolução de anomalias

²⁰ Parque Oficial Norte (PON)

Ilustrando, na última intervenção de manutenção realizada em 07-10-2016, foi substituída a aranha dos tubos de alta pressão do motor 4 e efetuada a limpeza a todos os motores do veículo.

Esta intervenção foi consequência da comunicação pelo maquinista de uma anomalia assinalada por “fuga de gásóleo no Motor diesel nº 4 (por cima do motor)”, tendo este desligado o motor 4 e fechado a torneira do gásóleo.

Entre 22-08-2016 e a data do acidente em apreço, a UTD percorreu 18 805 km e foi nove vezes às oficinas do PON em Contumil.

Constatando-se que os registos das horas de serviço do motor apresentavam sempre o mesmo valor (78 883 horas), verificou a investigação que o respetivo contador se encontrava avariado, não havendo registos de tal anomalia ter dado origem a pedido de reparação. No entanto, anota-se que os ciclos de manutenção não são referenciados às horas de funcionamento, mas sim aos quilómetros percorridos.

3.4.1.5. Numeração da UTD 592.038

Segundo o critério geral para a atribuição de matrícula aos veículos que compõe as unidades das séries UTD 592.0 e 592.2, é o número do veículo central que designa a UTD. Neste caso a série é a 592 e o número da unidade dentro da série é o 038, como se pode comprovar em 2.3.2.

Quanto aos outros veículos, a um deles é atribuído o dobro do número do veículo central e ao veículo do outro lado é atribuído o número anterior ao valor encontrado anteriormente. No presente caso como o veículo central é o 038, a aplicação do referido critério geral indicaria que os outros dois veículos seriam o 076 e o 075.

Como se pode constatar na lista abaixo, a UTD 592.038 é uma das três unidades do parque que não segue o referido critério, tendo os veículos das extremidades os números 054 e 059 dentro da série, revelando que são originários de outras unidades.

Mat.	SerieSubserie	Nº Corto	UIC	UIC	UIC
AUT	592-592.0	592003	967195920053	907175920038	967195920061
AUT	592-592.0	592060	967195921192	907175920608	967195921200
AUT	592-592.0	592030	967195920772	907175920301	967195920780
AUT	592-592.0	592038	967195920590	907175920384	967195920293
AUT	592-592.0	592047	967195920939	907175920475	967195920947
AUT	592-592.0	592056	967195921119	907175920566	967195921127
AUT	592-592.0	592032	967195920459	907175920327	967195920467
AUT	592-592.2	592221	967195922414	907175922216	967195922422
AUT	592-592.2	592222	967195922430	907175922224	967195922448
AUT	592-592.2	592207	967195922133	907175922075	967195922141
AUT	592-592.2	592209	967195922174	907175922091	967195922182
AUT	592-592.2	592204	967195922075	907175922042	967195922083
AUT	592-592.2	592211	967195922216	907175922117	967195922224
AUT	592-592.2	592215	967195922299	907175922158	967195922307
AUT	592-592.2	592227	967195922539	907175922273	967195922547
AUT	592-592.2	592223	967195922455	907175922232	967195922463
AUT	592-592.2	592203	967195922059	907175922034	967195922067
AUT	592-592.2	592225	967195922497	907175922257	967195922505
AUT	592-592.2	592206	967195922117	907175922067	967195922125
AUT	592-592.2	592210	967195922190	907175922109	967195922208
AUT	592-592.2	592214	967195922273	907175922141	967195922281

Quadro 12: Lista do material da série 592.0 e 592.2 em operação em Portugal à data do acidente, indicando a amarelo os que cumprem o critério geral de numeração

Considerando que a quantidade de quilómetros em serviço dos veículos das unidades nestas circunstâncias só por mero acaso será a mesma, a ERM e a ETF esclareceram que as UTD com a nova configuração apenas entram ao serviço após ser efetuada uma revisão R a toda a nova composição. Adicionalmente, o IMT informou que a UTD entrou em operação em Portugal já com esta configuração.

Desta forma, a investigação confirmou que o cumprimento do plano de manutenção da unidade não foi influenciado pela alteração da composição no passado.

3.4.2. Infraestrutura

Não existem indícios de que as características ou condição da infraestrutura percorrida pelo comboio até ao acidente tenham tido intervenção relevante.

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 4100 do dia 10-10-2016 evidenciam que o mesmo circulou de acordo com o planeado até à estação de Juncal.

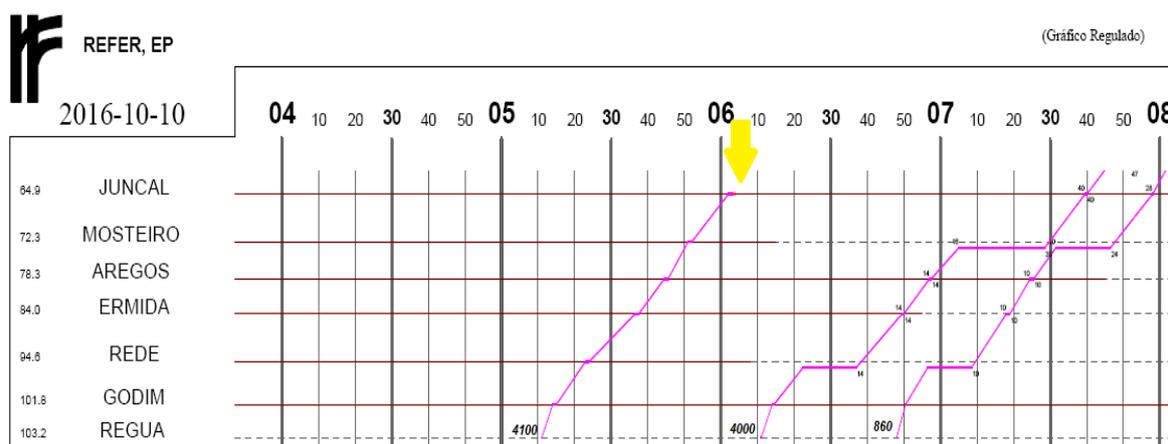


Figura 22: Extrato do gráfico regulado do dia 10-10-2016 referente ao troço entre Régua e Juncal.

O pedido e a concessão de avanço foram trocados entre as estações de Régua e Marco de Canaveses, na medida em que as intermédias estavam em eclipse.

As estações temporariamente em eclipse, assinaladas na figura anterior, são dotadas de equipamentos de segurança de modo a permitir o seu desguarnecimento de pessoal afeto à circulação e não interferem no serviço de circulação dos comboios.



Figura 23: Percurso percorrido pelo comboio

Depois da sua partida da Régua e até ao acidente, o comboio não passou por mais nenhuma estação guarnecida com pessoal em serviço.

3.5.2. Pós-acidente

Na altura do acidente a responsabilidade da supervisão da circulação naquele troço da linha do Douro era do CCO do Porto.

Após a comunicação do acidente ao CCO feita às 06:11 pela tripulação, a circulação foi suspensa, sendo depois decidido guarnecer a estação de Juncal para efeitos da exploração ferroviária, para permitir a passagem dos comboios pela linha II.

Às 07:15 o guarnecimento tornou-se efetivo com dois agentes do gestor da infraestrutura, sendo restabelecida a circulação de comboios.

Após preparação da UTD para ser expedida, pelos seus próprios meios e com limitação de velocidade de 50 km/h, para Contumil, esta partiu em marcha especial da estação de Juncal às 11:20, deixando desimpedida a linha I da estação.

Depois de concluídas as operações de socorro no local, foi estabelecido o itinerário direto pela linha I e a estação de Juncal retomou o estado de eclipse às 11:45, restabelecendo-se o cantão entre Marco de Canaveses e Mosteirão.

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 da empresa de transporte ferroviário

Os membros da tripulação do comboio, ambos com experiência de mais de vinte anos na empresa, procederam de acordo com a situação com que se depararam, salvaguardando a integridade dos passageiros e providenciando os meios de socorro para a resolução da situação de acordo com os procedimentos existentes para a ferrovia nesta matéria.

As evidências recolhidas na investigação indicam que os trabalhadores tiveram um entendimento adequado sobre a forma de resolução da ocorrência, minimizando ao máximo as suas consequências.

3.6.2. Condições para a inspeção do motor durante a manutenção

Para acesso à parte superior do motor para efeitos das inspeções e intervenções previstas nas operações de manutenção em que este componente não é desmontado, existe no chão do salão de passageiros uma janela de visita nas condições que as fotos seguintes documentam:

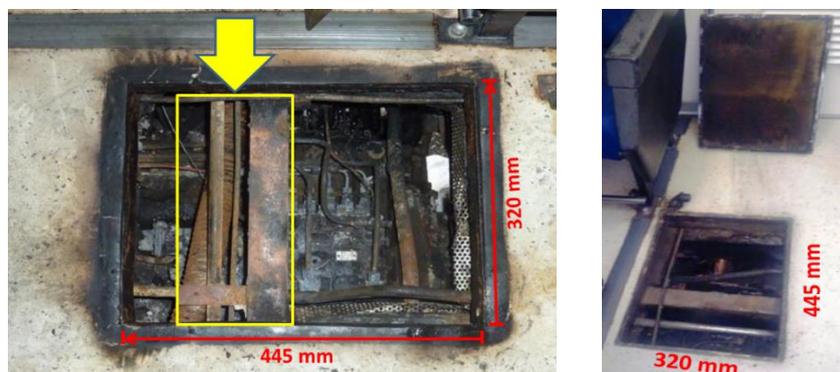


Figura 24: Pormenor do acesso à parte superior do motor com as dimensões assinaladas

Este é o único meio de visualização dos tubos de injeção com o motor montado na caixa. Consta-se que os tubos de injeção não são totalmente observáveis, tendo a janela de visita uma travessa e outras

tubagens sensivelmente a meio, obstruindo a sua visualização integral e, conseqüentemente, impedindo a deteção de algum dano nas partes não visíveis.

3.7. Ocorrências de carácter semelhante

3.7.1. Histórico de ocorrências por incêndio de UTD 592.0 e 592.2 em Portugal

Sobre o histórico de incêndios neste material circulante, dos registos fornecidos pelas empresas ferroviárias (GI + ETF) foi possível estabelecer a seguinte lista:

	DATA	C.º	UTD (592)	LINHA	LOCAL	DESCRIÇÃO
1	27-02-2012	4103	003	Douro	Barqueiros	Incêndio no motor 2 do veículo 005
2	28-05-2012	3105	034	Minho	Silva	Incêndio no motor 2 do veículo 048
3	30-06-2012	423	061	Minho	Esmeriz	Incêndio no veículo da cauda
4	12-10-2012	4112	026	Douro	Oliveira	Incêndio no motor 2 do veículo 038
5	08-07-2013	4002	061	Douro	Pala	Incêndio no motor 1 do veículo 121
6	19-03-2014	421	002	Minho	Plena via (PK 42,900)	Incêndio no motor 1
7	11-06-2014	4102	042	Douro	M. Canaveses	Incêndio no motor 2
8	07-04-2015	878	230	Douro	Vila Meã	Incêndio no motor 3
9	17-09-2015	4000	004	Douro	Vila Meã	Incêndio no motor 4
10	10-03-2016	805	018	Oeste	Martingança	Incêndio no motor 2
11	21-05-2016	871	019	Douro	Chanceleiros	Incêndio nos motores 2 e 4
12	12-09-2016	4102	221	Douro	Ermida	Incêndio no motor do gerador

Quadro 13: Incêndios registados na rede ferroviária nacional com UTD 592.0 e 592.2 (2012-2016)

A tabela anterior contém, para o período respeitante aos anos de 2012 a 2016, doze casos onde este material circulante esteve envolvido em ocorrências relacionadas com incêndio nos motores quando em serviço comercial de passageiros.

A ERM já havia realizado vários relatórios sobre incidentes/acidentes com características similares ao que se encontra em investigação, nas UTD a operar em Portugal, a seguir enumerados:

- ✓ INF.5920.300.10.MIT *Incendio el 27/02/2012 en motor 2 del coche 005, UTD/592.003*
- ✓ INF.5920.300.11.MIT *Incendio el 28/05/2012 en motor 2 del coche 048, UTD/592.034*
- ✓ INF.5920.300.12.MIT *Incendio el 12/10/2012 en motor 2 del coche 038, UTD/592.026*
- ✓ INF.5920.300.13.MIT *Incendio el 07/07/2013 en motor 1 del coche 121, UTD/592.061*
- ✓ INF.5920.300.15.MIT *Incendio el 07/04/2015 en motor 3 del UTD/592.215*
- ✓ INF.5920.300.16.MIT *Incendio el 21/05/2016 en motor 4 del UTD/592.219.*

Nestes relatórios foram identificadas deficiências similares nos tubos de alimentação de combustíveis e suas fixações àquelas constatadas na ocorrência objeto da presente investigação.

No relatório da ocorrência de 07-04-2015, a ERM dos veículos indica a implementação, entre outras, das seguintes medidas corretivas:

- Revisão da totalidade da frota 592, começando pelas UTD 592.2 (série mais recente) com um prazo de concretização para 27-04-2015.
- Limpeza de todos os motores em campanha a realizar até 27-04-2015. Durante a primavera e em épocas de especial contaminação, os motores devem de ser lavados a cada 15 dias como máximo;
- Especial cuidado na instalação das tubagens de combustível a alta pressão, fixando-as com proteções de borracha e garantindo que os tubos não se tocam;
- Normalização do sistema através da substituição da “aranha” completa na seguinte revisão.

3.7.2. Histórico de ocorrências por incêndio de UTD 592.0 e 592.2 em Espanha

Embora se tenham verificado as ocorrências atrás referidas na rede ferroviária portuguesa, este material é oriundo de Espanha (RENFE) onde também circulam algumas unidades, tendo como ERM a mesma entidade. Nesse sentido o GPIAAF solicitou a colaboração do organismo de investigação homólogo espanhol, a Comisión de Investigación de Accidentes Ferroviarios (CIAF), que sobre ocorrências relativas a incêndio com esta série de material circulante, remeteu os seguintes registos ocorridos na rede ferroviária espanhola:

	DATA	C.º	UTD (592)	LOCAL	DESCRIÇÃO REGISTADA
1	21-11-2005	4415	227	Huelves	Rotura na tubagem da bomba de injeção
2	07-10-2006	7804	213	Guareña	Perda de gasóleo no motor
3	11-02-2007	2554	238	Osebe / Santiago de Compostela	Incêndio na unidade motora
4	20-02-2008	13431	037	Los Rosales Villanueva del Rio	Avaria num motor
5	24-06-2008	34421	211	Elda-Petrer	Perda de gasóleo no motor
6	15-08-2008	17804	203	Villasequilla	Incendio numa caixa de eixo
7	17-03-2009	14163	227	Buñol	Pequeno incêndio em 2 motores
8	11-05-2009	18760	203	Huete	Fogo pelo tubo de escape de um motor
9	07-07-2009	24739	067	Elx-Parc	Perda de gasóleo no motor
10	21-08-2009	24827	013	S. Vicente de Raspeig-Agu	Avaria na bomba de injeção
11	27-01-2011	24445	025	Buñol	Incêndio no veículo da cauda
12	17-02-2011	17801	206	Almagro	Presença de fumo no motor
13	13-09-2012	24474	070	Aldaia	Perda de gasóleo no motor
14	20-02-2013	59202	020	Orihuela Miguel Hernandez	Perda de gasóleo no motor
15	21-02-2013	24729	016	Torrellano	Perda de gasóleo no motor
16	10-10-2014	18163	216	Loriguilla-Reva / Cheste	Fogo pelo tubo de escape de um motor
17	14-07-2015	24916	207	Jaravia	Perda de gasóleo no motor
18	21-01-2016	24439	069	Chiva / Utiel	Perda de gasóleo no motor
19	04-11-2016	24443	302	Cheste	Perda de gasóleo no motor
20	04-03-2017	24716	067	Elx-Parc	Incêndio de um motor

Quadro 14: Incêndios com série 592 registados na rede ferroviária espanhola (2005-2017)

Destas 20 ocorrências, apenas uma não está associada ao motor diesel (evento de 15-08-2008) e, apesar do pouco detalhe nas descrições obtidas da ETF espanhola, duas delas podem ser atribuíveis a causas não diretamente relacionadas com o sistema de alimentação de combustível (fogo pelo tubo de escape de um motor).

Todas as ocorrências se verificaram quando as unidades se encontravam em serviço comercial de passageiros.

Globalmente anota-se que, num período de dez anos até à data do acidente a que este relatório diz respeito, existem registadas ao todo (Espanha e Portugal) 31 ocorrências de incêndio nas séries 592.0 e 592.2 com origem nos sistemas de alimentação de combustível dos motores.



Figura 25: Fotos da ocorrência de incêndio em UTD 592, no dia 14-07-2015 em Jaravia, Espanha.

3.7.3. Ocorrências de incêndio em material circulante na UE

De acordo com a Diretiva n.º 2004/49/CE, os Estados-Membros, para facilitar a avaliação de objetivos e permitir a vigilância da evolução geral da segurança ferroviária, devem recolher informações sobre indicadores comuns de segurança (ICS) através dos relatórios anuais das autoridades responsáveis pela segurança.

Relativamente ao período 2012 a 2014, os dados relativamente ao espaço europeu²¹ são os seguintes:

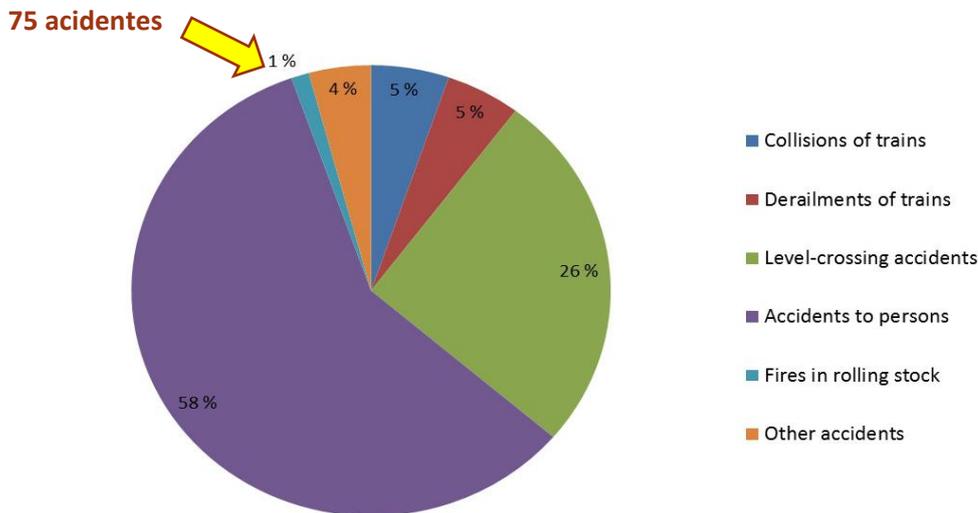


Figura 26: Histórico de acidentes significativos por tipo (EU-28:2012:2014)²².

Recorda-se que as estatísticas apenas registam os “acidentes significativos”.

No que respeita à rede ferroviária nacional, os Relatórios Anuais de Segurança (RAS) elaborados pela autoridade nacional de segurança ferroviária (IMT e seus antecessores) indicam que desde 2004 não se verificam registos de “acidentes significativos” devidos a incêndios em material circulante, o que significa que os numerosos incêndios ocorridos têm tido consequências reduzidas. No entanto, os mesmos constituem precursores para potenciais acidentes significativos ou graves e, como tal, devem merecer a devida atenção por parte dos envolvidos e da autoridade de supervisão.

²¹ UE-28, ou seja, os países da União Europeia (excepto Malta e Islândia) e Noruega e Suíça.

²² Relatório *Railway Safety Performance in the European Union - 2016*

Página propositadamente deixada em branco

4. ANÁLISE E CONCLUSÕES

4.1. Relatório final da cadeia de acontecimentos

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

Em momento indeterminado do passado, algumas fixações das tubagens que integram o sistema de injeção de combustível do motor n.º 3 da UTD 592.038 perderam as borrachas que mantêm os tubos espaçados entre si.

Sem o confinamento e separação conferidos pelas borrachas, dois dos tubos foram roçando uns nos outros iniciando um processo de desgaste.

Nas operações de manutenção corrente entretanto realizadas, não foi detetada a ausência das borrachas e condição do sistema de tubagens, e as fixações foram sendo reapertadas, esmagando gradualmente os tubos.

No dia 10 de outubro de 2016, a UTD 592.038 efetuava o comboio regional n.º 4100 desde a estação da Régua e com destino à estação de Caíde, tendo à cauda o veículo onde se localiza o motor n.º 3.

Durante a viagem, o desgaste continuado que desde há longo tempo se vinha produzindo nos tubos do sistema de alimentação de combustível do motor n.º 3 resultou na fissuração localizada de dois tubos, causando a fuga de combustível sob pressão para o espaço entre a face inferior da caixa do veículo e o motor, acumulando-se sobre este.

Ao parar no apeadeiro de Pala, o ORV sentiu um forte odor a gasóleo dentro do veículo e após ter dado o serviço concluído e o comboio se colocar em marcha, encaminhou-se para a cabina de condução onde se encontrava o maquinista, na outra extremidade da composição, para o informar do sucedido.

Ambos verificaram pelos retrovisores a cauda da composição não detetando nada de anormal, decidindo efetuar uma verificação quando parassem na estação de Juncal, da qual se aproximavam.

Entretanto, o aquecimento do combustível que se vinha acumulando sobre o motor, devido à temperatura deste equipamento gerou vapores que, pela própria temperatura da envolvente ou por alguma faísca de componente elétrica próxima, resultou na sua inflamação.

Após a paragem na estação, a tripulação dirigiu-se para o último veículo da composição e verificou a existência do foco de incêndio no referido motor n.º 3.

De imediato o ORV fez evacuar a composição, enquanto o maquinista tentou extinguir o incêndio com os meios disponíveis na unidade motora, sem sucesso, sendo necessária a intervenção dos Bombeiros Voluntários de Marco de Canaveses.

4.2. Debate

4.2.1. Processo de desgaste dos tubos do sistema de injeção de combustível

Como evidenciado em 3.4.1.5., alguns tubos do motor n.º 3 tinham desgastes e deformações significativas, resultando na abertura de uma fissura permitindo a fuga de combustível que resultou no incêndio.

Conforme descrito em 2.3.2.2, o conjunto das tubagens que levam o gasóleo pressurizado da bomba injetora para cada um dos seis injetores do motor é fixado na sua posição por diversas abraçadeiras metálicas.



Figura 27: Abraçadeira dos tubos do sistema de injeção de combustível (situação novo)
[foto RENFE]

Como fica evidente da imagem anterior, na zona da abraçadeira a fixação e separação dos tubos é conseguida através da inserção de tiras de borracha que envolvem cada um dos tubos metálicos e os separam entre si e das abraçadeiras, sendo o aperto destas última o garante da integridade do conjunto, permanecendo os tubos de forma a que não se toquem²³.

No entanto, constatou-se que quando o motor se encontra em funcionamento, a envolvente térmica desenvolvida no local onde se encontra instalada a “aranha” do sistema de injeção, assim como a vibração a que esse conjunto está sujeito, resultam no gradual desaperto das abraçadeiras e/ou no escorregamento das proteções em borracha, perdendo assim o conjunto (abraçadeiras + borrachas) a função de conservação da fixação e separação dos tubos. Não se pode igualmente excluir que situações de aperto insuficiente ou deformação das abraçadeiras contribuam para este efeito.

Sem a presença das proteções em borracha, os tubos da “aranha” roçam entre si devido às vibrações, desgastando-os nas zonas de contacto. Este desgaste foi potenciado e agravado pelo evidente reaperto continuado e não controlado das abraçadeiras aquando das ações de manutenção sem que tivesse sido detetada a ausência dos espaçadores em borracha, conforme evidenciado pelo esmagamento de dois tubos contíguos da aranha, ficando o espaço entre eles (assinalado pela seta na imagem seguinte) por deformar.



Figura 28: Desgaste dos tubos do sistema de injeção de combustível [foto RENFE]

²³ Esta solução não é de origem, tratando-se de uma adaptação introduzida pelas oficinas em data indeterminada, tendo a ERM informado, no decurso da investigação, que a mesma era passível de melhoria.

Nas imagens seguintes pode-se observar e comparar as condições de aperto a que estavam sujeitos os tubos do motor que se incendiou (à esquerda), face à situação em estado saído de revisão (à direita).

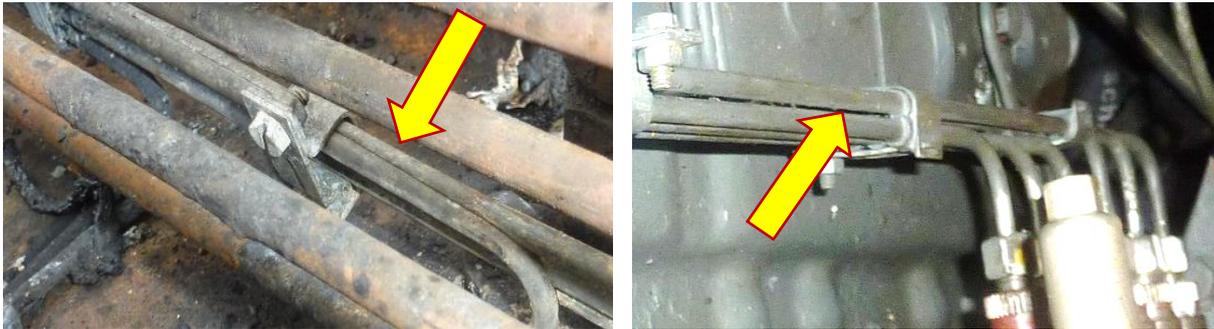


Figura 29: Comparação entre o evidente desgaste e deformação identificados nos tubos do sistema de injeção de combustível (à esq.) e as condições nominais de separação dos tubos (à dta.)

É provável que para o aperto inadequado das abraçadeiras e não deteção da saída dos espaçadores de borracha tenham contribuído as más condições de visualização que o alçapão de visita permite, conforme documentado em 3.6.2.

A ERM identificou, através do seu processo interno de investigação, defeitos de fabrico do conjunto das tubagens, indo trabalhar em conjunto com a empresa fornecedora destes componentes para serem implementadas as melhorias de qualidade necessárias para resolução dos problemas encontrados. No entanto, todas as evidências indicam que no presente caso as roturas identificadas nas tubagens se deveram ao roçar contínuo a que estavam sujeitas e à deformação sofrida.

4.2.2. Processo de início do incêndio

Tal como evidenciado em 3.4.1.3.b, foram identificados dois tubos da “aranha” com fissuras devido ao desgaste sofrido.

Tais fissuras levaram a que fosse pulverizado combustível naquela zona, encharcando a face inferior da caixa do veículo e a parte superior do motor, onde se acumulou.

Considerando a presença de componentes a altas temperaturas e, eventualmente, também de corrente elétrica (alternador e outros componentes elétricos), desenvolveram-se as condições necessárias para que a inflamação do combustível²⁴ acontecesse.

A lavagem dos motores realizada três dias antes da ocorrência do acidente terá, provavelmente, contribuído para que o incêndio não se tenha propagado com mais intensidade, uma vez que removeu fluídos e poeiras que se acumulam naquela zona.

4.2.3. O sistema de proteção e alarme de incêndio dos motores

Ficou estabelecido que quando o maquinista foi buscar à cabina do veículo os meios existentes a bordo para a extinção de incêndio, já estando este deflagrado e em atividade, o sistema de alarme de incêndio dos motores não havia atuado. Apenas quando voltou à cabina para devolver os meios que utilizou se iniciou o alarme acústico do sistema. Recorda-se que foi por ação do maquinista na cabine de condução que haviam sido parados os motores da unidade.

Como documentado em 3.4.1.3.c, o sistema de proteção e alarme dos motores é ativado quando um dos seus fusíveis térmicos atinge a temperatura de referência de 144° C. No incêndio foram desenvolvidas

²⁴ A temperatura de inflamação, vulgarmente designada por ponto de inflamação ou “flash point” é a temperatura à qual é necessário levar um combustível líquido para que ele emita, em condições de pressão e temperatura normais, vapores em quantidade suficiente para que estes inflamem quando em presença de uma fonte de ignição.

temperaturas que permitiram derreter alumínio (~660° C), portanto excedendo a referida temperatura de referência.



Figura 30: Evidência de componente em alumínio que atingiu a temperatura de fusão

Tal evidência que o sistema de proteção e detecção de incêndios dos motores não foi eficaz para avisar atempadamente o maquinista e impedir o desenvolvimento de um incêndio de maior dimensão.

Não foi possível determinar se tal se deveu à concepção do próprio sistema de detecção de incêndio ou a avaria no mesmo, embora as consequências significativas das diversas ocorrências anteriores em material deste tipo sugiram a primeira hipótese.

4.2.4. Ações de manutenção na UTD

Como evidenciado em 3.4.1.2., a UTD havia sido intervencionada com uma ação de manutenção três dias antes da ocorrência do acidente, na qual foi substituída a “aranha” do sistema de injeção no motor n.º 4 na sequência de, em serviço, se ter detetado uma fuga de combustível.

A anomalia registada na “aranha” de injeção do motor n.º 4 e o historial de avarias nesse sistema não suscitaram à ERM a realização de uma ação preventiva de verificação de como estaria o sistema de injeção dos outros motores da unidade automotora, considerando que estes teriam o mesmo tempo de trabalho desde a última revisão ao conjunto.

De notar que os tempos de funcionamento dos motores, apesar de serem registados aquando das intervenções de manutenção, não são considerados para efeitos do seu planeamento ou execução. Inclusivamente, no caso da unidade motora onde se registou o acidente constatou-se que por um largo período foram registados no DTB os mesmo valores de tempo de serviço marcados no contador (78883 horas – ver tabela 8), mas tal não suscitou qualquer anotação ou ação uma vez que os valores indicados não são utilizados.

Sendo certo que o plano de manutenção dos motores do veículo é definido apenas tendo em conta os quilómetros percorridos, presumindo-se que na sua definição esteve implícita uma consideração da duração de funcionamento típica para a quilometragem definida, ainda assim a contagem das horas em funcionamento é um indicador muito relevante para o controlo do uso de um motor de combustão interna, na medida em que os períodos em que as unidades estão paradas com o motor a trabalhar não são considerados num controlo por percurso do veículo.

A correlação entre o percurso e o tempo de funcionamento de um motor de combustão interna de um veículo ferroviário varia significativamente com o tipo de serviço realizado, nomeadamente com a distância entre paragens e o tempo dessas paragens, para além também das práticas operacionais de cada empresa de transporte ferroviário quanto à preparação do material e local de estacionamento.

Os percursos fixados para as operações de manutenção das UTD 592.0 e 592.2 utilizadas em Portugal são os mesmos daqueles utilizados em Espanha, não havendo evidências de que os aspetos acima referidos tenham sido analisados pela ERM por forma a confirmar a adequação da aplicação do mesmo regime de manutenção no que respeita aos motores diesel nas unidades utilizadas em Portugal.

4.2.5. Medidas de controlo e mitigação do risco pela ERM

Pela análise do histórico que foi possível à investigação reunir, é perceptível desde novembro de 2005 até ao presente acidente (out/2016) a ocorrência de 31 casos de incêndio com origem em fuga de combustível no sistema de alimentação dos motores, ocorrendo à média de quase três por ano.

A significativa quantidade de incêndios neste material circulante, quer na rede ferroviária espanhola quer na portuguesa, não conduziu a que a sua ERM tivesse introduzido medidas para o controlo deste risco que se revelassem eficazes.

Apenas na sequência do 8.º incêndio ocorrido em Portugal com este tipo de *material motor*, em 07-04-2015 (o 23.º desde 2005, considerando também os ocorridos em Espanha), a ERM introduziu medidas corretivas consistindo na lavagem periódica dos motores e revisão da frota, nomeadamente na substituição da “aranha” dos motores.

No entanto, a ocorrência posteriormente de mais dois incêndios em Portugal (e dois em Espanha), com as mesmas causas, após a introdução dessas medidas, evidenciou que estas não foram eficazes no que diz respeito às lavagens dos motores, ou implementadas de forma suficientemente rápida no que respeita à substituição das “aranhas”.

Importa salientar que já no relatório emitido para a ocorrência de 12-10-2012, portanto três anos antes da definição das medidas acima referidas, a ERM havia identificado como causa principal o roçar das tubagens entre si, sendo descartada a hipótese de curto-circuito elétrico.

Apesar de a tubagem apresentar sinais claros de esmagamento, visível nas fotos do relatório, a atenção jamais foi direcionada para o aperto que as fixações tinham, e em como era mantida a integridade do sistema.



Figura 31: Foto e destaque da tubagem da ocorrência de 12-10-2012²⁵ [RENFE]

²⁵ Relatório de inquérito realizado para apuramento das causas e definição de responsabilidades, da ocorrência com a UTD 592-026, dia 12.10.2012 (Incêndio motor 2 do veículo 038), comboio 4112. CP/RENFE, 2012.

Nesta ocorrência de 12-10-2012, a UTD havia saído de uma intervenção em oficina quatro dias antes; similarmente, a UTD 592.038, envolvida no incêndio a que respeita o presente relatório, havia estado em oficina três dias antes (revisão IC), sem que qualquer anomalia no sistema fosse detetada.

Tal como no presente caso em investigação, o tipo de fixações utilizado e a manutenção efetuada não demonstraram a eficácia necessária para manter a integridade da tubagem.

Adicionalmente, sendo reconhecido pela ERM a impossibilidade de inspecionar visualmente a totalidade da tubagem de alta pressão de combustível com o motor montado no veículo, através da janela de visita existente para o efeito, não foi definida atempadamente qualquer medida para mitigar esse risco, nomeadamente a utilização de meios de visualização auxiliares.

Estas evidências indicam que o processo da ERM relativo à aprendizagem e melhoria decorrente dos acidentes carecia da robustez necessária para o estudo e implementação de ações que definitivamente controlassem a um nível aceitável o risco de rotura dos tubos de alimentação de combustível, conseqüentemente de incêndio.

4.2.6. Medidas de controlo e mitigação do risco pela ETF, pelo GI e pela autoridade nacional de segurança

Os SGS da ETF e do GI incluem procedimentos destinados a garantir a análise de ocorrências perigosas que afetem as suas atividades e a adoção das medidas de prevenção necessárias.

O histórico de incêndios em Portugal com as UTD 592.0 e 592.2 em serviço evidencia que a ETF não tomou medidas eficazes para reduzir o risco para os passageiros e trabalhadores da sua operação com este tipo de material circulante.

Adicionalmente, o processo da ETF para controlo dos seus prestadores de serviços, assim como para controlo dos riscos associados ao serviço que presta, no período de 2012 a 2016 não revelou ter a necessária robustez para assegurar que o problema era eficazmente tratado pela ERM e/ou que era devidamente avaliado o risco de utilização de material circulante com este histórico de incêndios numa linha como a Linha do Douro, onde o risco decorrente de incêndio é agravado pelas características da conhecida orografia envolvente e das obras de arte existentes, tais como os túneis indicados em 2.3.3., em que é difícil a evacuação de pessoas e o acesso a partir do exterior ao domínio público ferroviário para prestação de socorro a este tipo de ocorrências.

Também, a autoridade nacional de segurança ferroviária, sendo recetora dos reportes das diversas ocorrências de incêndio nesta série de material circulante, sem paralelo noutro tipo de material circulante utilizado em Portugal, não desencadeou qualquer ação de supervisão que visasse a implementação das necessárias medidas de controlo do risco pelas empresas envolvidas.

Por fim, e embora não diretamente relacionado com as causas do acidente, não há evidência de ações do GI no que respeita ao controlo dos riscos para a sua infraestrutura, nomeadamente túneis, demonstrados pela frequência dos acidentes ocorridos com este tipo de material circulante.

4.2.7. O histórico de incêndios neste tipo de material circulante e o processo de autorização e de entrada ao serviço em Portugal

A entrada ao serviço das UTD 592.0 e 592.2 esteve condicionada ao regime legal e regulamentar previsto para o efeito, envolvendo a constituição de um processo para efeitos de autorização pela autoridade nacional de segurança ferroviária, incluindo a documentação das diversas análises e testes realizados pelas entidades envolvidas (ETF e GI).

Por outro lado, em conformidade com requisito legal, o sistema de gestão da segurança da ETF inclui procedimentos e métodos destinados a efetuar uma avaliação dos riscos e a aplicar medidas de controlo dos riscos, sempre que a introdução de material novo introduza novos riscos para as operações. Apesar de ser material circulante com largos anos de utilização na rede ferroviária espanhola, aquando da sua

introdução na rede ferroviária nacional as UTD 592.0 e 592.2 eram, para todos os efeitos, material novo para a ETF por não haver experiência da sua utilização continuada, nem pela empresa nem no nosso país. Quando este material circulante é autorizado a circular na rede ferroviária nacional (dezembro de 2010), já havia um histórico relevante de ocorrências de incêndio em Espanha com causa comum ligada a fuga de combustível no sistema de alimentação dos motores, sem que haja evidências de alteração fundamental que tenha reduzido o risco dessas ocorrências.

Não existe qualquer evidência de tal histórico ter sido considerado no processo de autorização das séries 592.0 e 592.2 na rede portuguesa, nem de que o risco inerente tenha sido avaliado e aceite.

O histórico de acidentes e incidentes de cada série de material circulante, especialmente quando permite identificar recorrência de causas e uma frequência anormal, transmite informações relevantes quanto aos seus riscos de utilização a serem considerados para efeitos do processo de autorização, motivo pelo qual está previsto que os mesmos sejam sujeitos a registo e tratamento.

Essa informação histórica é da maior importância e não deve ser negligenciada na preparação do processo de autorização uma vez que contribui para a avaliação do risco da utilização do material circulante, podendo determinar a necessidade de alterações a introduzir nos equipamentos ou no plano de manutenção dos veículos antes da sua autorização para circular em determinada infraestrutura, ou mesmo à aplicação de eventuais restrições na sua utilização.

Não há qualquer evidência de que o risco demonstrado pelo histórico de incêndios nesta série de material circulante tenha sido avaliado e aceite, por qualquer das partes envolvidas no processo de autorização.

Segundo informação da autoridade nacional de segurança, reconhecendo a importância dos riscos evidenciados pelo histórico de utilização dos veículos, a legislação nacional publicada posteriormente ao processo de autorização destas unidades (Decreto-Lei n.º 27/2011) contempla já esse requisito, para casos similares, ao determinar que o processo deverá incluir o historial da sua exploração e manutenção e, se for caso disso, as alterações técnicas introduzidas após a autorização inicial.

4.3. Conclusões

Da análise realizada aos factos e demais constatações estabelecidas durante a investigação, foi possível estabelecer a árvore causal do acidente, a qual se apresenta no anexo 2.

A investigação concluiu que o incêndio teve origem na fuga de combustível proveniente de dois tubos do sistema de injeção de combustível do motor, os quais se encontravam desgastados.

O sistema das fixações do conjunto de tubos que integra o sistema de injeção de combustível do motor, entre a bomba e os injetores, tornava essas fixações sujeitas a desarranjos regulares devido às suas condições de funcionamento.

As evidências indicaram que estes tubos estavam em contacto quando montados e em funcionamento. O facto de se roçarem, devido à vibração resultante do trabalho do motor diesel, provocou um desgaste anormal nessa zona de contacto. Adicionalmente, foi também estabelecido que o aperto não controlado das abraçadeiras que deveriam manter a integridade e posição dos tubos, levou ao seu esmagamento e agravou o referido desgaste, culminando na perfuração da parede dos tubos.

As operações de inspeção e manutenção a que esse sistema estava sujeito não foram apropriadas para garantir a sua adequada conservação, resultando, a prazo, em condições de fixação dos tubos que os sujeitou a desgastes e deformações que resultaram na sua fissuração e conseqüente fuga de combustível para cima do motor. Esse combustível acabou por entrar em combustão, resultando no incêndio do veículo.

Esta condição estava latente em todas as UTD das séries 592.0 e 592.2, as quais tinham um histórico significativo (desde há pelo menos 11 anos) de incêndios recorrentes e com a mesma causa, quer antes de entrarem ao serviço em Portugal, quer depois.

No entanto, ao longo dos anos, tal não motivou uma revisão do sistema de fixação ou dos processos de manutenção que se revelasse eficaz para reduzir o risco a um nível tão baixo quanto razoável, nem esse histórico foi tido em consideração pela empresa de transporte ferroviário nem pela autoridade nacional de segurança ferroviária no processo de autorização e monitorização da utilização daquele material circulante na rede ferroviária nacional.

Em seguida, apresentam-se de forma sistematizada as causas do acidente.

4.3.1.a.Causa imediata

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

Fuga de combustível na tubagem do sistema de injeção para zona onde existiam as condições necessárias para a sua ignição.

Fundamentação em 4.2.2

4.3.1.b.Fatores causais

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

Rutura na tubagem dos injetores n.º 1 e 4 no conjunto da “aranha” de injeção. [FCau-01]

Fundamentação em 3.4.1.3.b

A circulação de combustível a alta pressão dos tubos rotos (motor a funcionar). [FCau-02]

Fundamentação em 4.2.2

A presença de componentes a temperaturas elevadas (motor a funcionar). [FCau-03]

Fundamentação em 4.2.2

Inadequado sistema de fixação dos tubos da “aranha” do motor. [FCau-04]

Fundamentação em 4.2.1

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.

Considera-se possível que tenham contribuído para o acidente:

- Os acessos ao sistema de injeção, quando o motor se encontra montado, não permitirem inspecionar a totalidade desse sistema e realizar adequadamente a manutenção do seu sistema de fixação. [FCon-01] *Fundamentação em 3.6.2 e 4.2.1*
- A posição do motor propiciar a acumulação de resíduos e combustível derramado. [FCon-02] *Fundamentação em 4.2.2*

4.3.1.d.Causas subjacentes

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

Inadequação do procedimento de manutenção utilizado na verificação e reaperto das fixações da “aranha” do motor. [CSub-01]

Fundamentação em 4.2.1

Os procedimentos de inspeção utilizados não conduziram a que fossem identificados os danos causados aos tubos pelo aperto incorreto das suas fixações. [CSub-02]

Fundamentação em 4.2.1, 4.2.4 e 4.2.5

O plano de manutenção das UTD 592.0 e 592.2, no que respeita ao sistema de injeção de combustível, demonstrou não ser adequado para evitar a recorrência de casos de incêndio com origem similar.

[CSub-03]

Fundamentação em 4.2.4 e 4.2.5

Os procedimentos de monitorização utilizados não conduziram a que fossem identificados nos registos as condições de evolução dos defeitos no sistema de injeção de combustível com vista a ser identificado o risco latente na sua globalidade. [CSub-04]

Fundamentação em 4.2.4, 4.2.5 e 4.2.6

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 autorização da entrada ao serviço em Portugal das UTD 592.0 e 592.2 não teve em consideração o significativo historial de incêndios com origem comum que aqueles veículos já tinham em Espanha, com vista a garantir que o correspondente risco na sua utilização estava controlado a um nível tão baixo quanto razoável. [CPro-01]

Fundamentação em 4.2.7

Os processos do Sistema de Gestão de Segurança da ETF relativos à introdução de medidas de prevenção na sequência de incidentes/acidentes de segurança, evidenciaram lacunas quanto a assegurar que os acidentes/incidentes relacionados com incêndios em material circulante fossem analisados de uma forma global, com vista a distinguir entre ocorrências isoladas e aquelas que se inserem numa série de eventos similares, de modo a identificar padrões que permitam identificar riscos para a sua atividade e introduzir as medidas de controlo apropriadas. [CPro-02]

Fundamentação em 4.2.6 e 4.2.7

Por outro lado, a supervisão que incumbe à autoridade nacional de segurança ferroviária não resultou em ação para que o risco evidenciado pela recorrência de incêndios nas UTD 592.0 e 592.2 fosse devidamente controlado, nem contribuiu para a identificação e melhoria das debilidades referidas na causa anterior. [CPro-03]

Fundamentação em 4.2.6 e 4.2.7

4.4. Observações suplementares

No decurso da investigação foram constatados alguns aspetos não diretamente relacionados com o acidente, mas que podem ser relevantes para a segurança noutras situações.

4.4.1. Formação da tripulação para incêndios em túneis

Como referido em 2.3.3., o túnel de Juncal, com 1621 metros, é um dos de maior extensão da rede ferroviária nacional e o maior em via única. Das evidências disponíveis, muito provavelmente o comboio percorreu-o com o incêndio já em curso ou este desencadeou-se dentro do próprio túnel.

No incêndio foram afetados equipamentos de freio que poderiam ter causado a imobilização do comboio dentro do túnel, caso o incêndio tivesse tido um desenvolvimento mais precoce ou intenso. Outros fatores ligados aos sistemas de segurança do comboio poderiam ter causado a sua imobilização no túnel com o incêndio em curso.

Dentro dos túneis ferroviários há condicionantes muito específicas a ter em conta em situação de emergência, desde logo pelo espaço mais ou menos confinado, presença de fumo, a existência ou não de iluminação e sinalização, o pavimento mais ou menos regular, etc.; inclusivamente as comunicações podem apresentar falhas e não se conseguir, por exemplo, emitir pedido de socorro.

De acordo com a informação recolhida de formadores e formandos, geralmente, na formação facultada aos agentes que constituem a tripulação dos comboios, o assunto relativo à segurança e atuação nos túneis é abordado nos cursos na fase inicial da carreira dos trabalhadores, como por exemplo para obtenção da habilitação de condução para os maquinistas, sendo neste caso dado mais ênfase ao túnel do Rossio. Este tem, de entre outras características, via dupla eletrificada, boa iluminação, sistema de

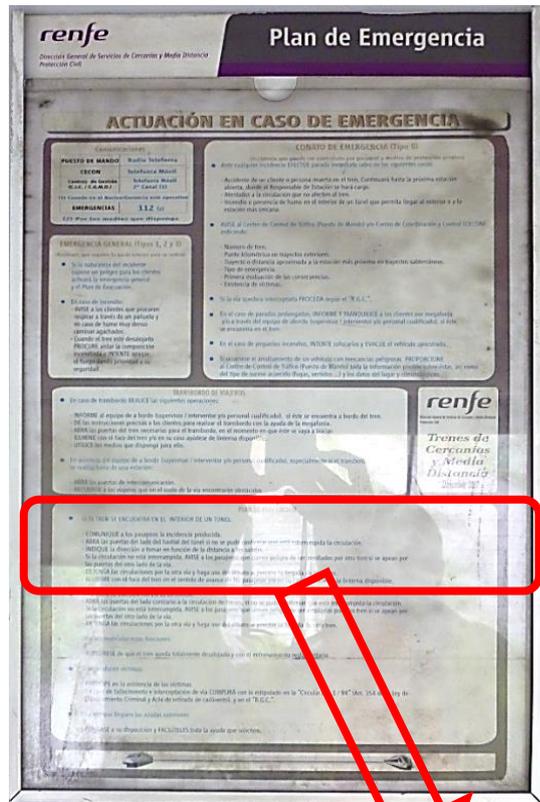
desenfumagem, estruturas de apoio para evacuação de pessoas sensivelmente a meio do túnel, sendo o mais longo da rede nacional.

A ETF realiza igualmente formações de reciclagem aos trabalhadores sobre a atualização do plano de emergência geral para a rede ferroviária nacional²⁶, onde o assunto “túneis” é abordado de uma forma genérica.

Contudo, não existe uma formação específica para as tripulações lidarem com um incêndio dentro de um túnel ferroviário.

Situações de incêndio num túnel, embora pouco comuns, podem ocorrer e tem um potencial elevado de gravidade, devendo o sistema estar preparado para lidar com elas, motivo pelo qual constam dos planos de emergência.

Nesse âmbito, e como estas unidades são oriundas de Espanha, o respetivo proprietário (RENFE) definiu um plano de emergência específico para os seus veículos ferroviários, cujas partes relevantes constam de um cartaz afixado nas cabinas de condução, conforme a imagem seguinte.



A RENFE disponibiliza assim esta informação para referência pela tripulação se uma emergência ocorrer, servindo de guia de rápida consulta.

Da informação constam umas linhas, sobre o que fazer quando a detenção dos comboios se verifica dentro dos túneis e que se encontra na caixa em destaque.

Naturalmente que esta informação da RENFE não tem validade na rede ferroviária portuguesa, mas configura-se como uma boa prática existente também noutros operadores ferroviários estrangeiros, inclusivamente no espaço público dos veículos para informação dos passageiros, que poderá ser objeto de análise pela ETF a fim de facultar um guia de consulta imediata para as tripulações sobre as ações a tomar em caso de emergência, complementadas pela integração nas ações de formação das tripulações de exercícios práticos quanto à evacuação de passageiros em situações de incêndio dentro de túneis não dotados de meios facilitadores.

O GPIAAF opta por não efetuar uma recomendação de segurança sobre esta matéria, mas este assunto deverá merecer a atenção da autoridade nacional de segurança e constituir um ponto de reflexão e aprendizagem a ponderar pela ETF.

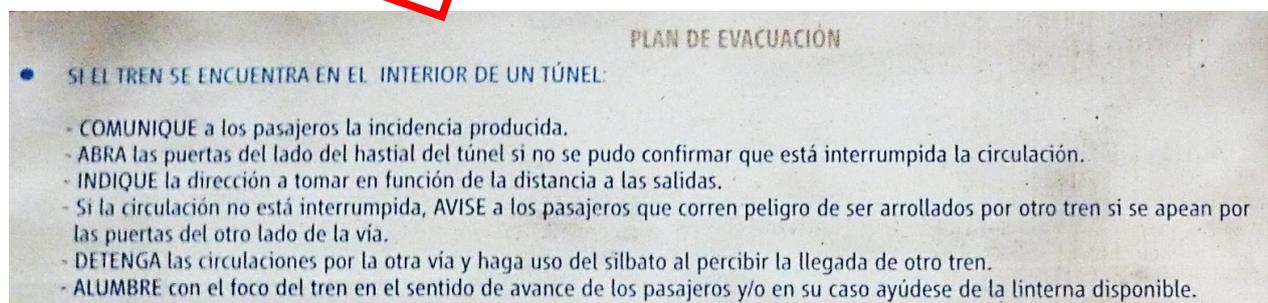


Figura 32: Foto e destaque da informação da RENFE afixada na cabina de condução

²⁶ IMT – Instrução de Exploração técnica n.º 96 “Plano de Emergência Geral”. Lisboa: 2015

5. MEDIDAS ADOTADAS

5.1.1. Pela empresa de transporte ferroviário e pela entidade responsável pela manutenção

Na sequência deste acidente, a ETF e a ERM comunicaram ao GPIAAF as seguintes ações:

- Após o acidente em investigação pelo GPIAAF, foi acelerada a implementação da melhoria do sistema de fixações das aranhas de injeção de combustível, onde todas as UTD 592 foram intervencionadas, sendo efetuada uma revisão destes componentes e/ou a sua substituição completa.
- Realização de campanha designada como “verificação do estado do circuito de combustível” das unidades da série 592, tendo até 23-12-2016 sido verificadas 18 unidades motoras.
- No caso da unidade 592.038, após ter retomado o serviço, voltou a ser inspecionada em 16-03-2017, tendo ficado concluída a realização da campanha em causa (19 unidades no total).

Estas medidas dão resposta a aspetos que, de outro modo, seriam objeto de recomendações de segurança pelo GPIAAF.

Na fase de comentários ao relatório, a ERM informou também que desde abril de 2017 realizou ações adicionais para prevenir a ocorrência de incêndios nas unidades das séries 592, especialmente no sistema de tubagens de injeção dos motores diesel, a fim de verificar as suas condições e melhorar a respetiva fixação e controle de momentos de aperto, nomeadamente através da aprovação de folhas de inspeção específicas a utilizar nas operações de manutenção. A ERM informou também que, desde então, o número de ocorrências de incêndio nas séries 592 diminuiu consideravelmente.

Embora estas ações vão no sentido do controlo de fatores causais do incêndio identificado na investigação e se assinala também que desde a data deste acidente não tenham ocorrido outros incêndios nesta série de material circulante no nosso país, considerando que não foram facultadas evidências concretas quanto às medidas implementadas, ainda assim o GPIAAF terá de emitir um recomendação neste sentido, a fim de que a autoridade responsável proceda à necessária avaliação e verificação.

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.

As entidades destinatárias das recomendações têm a obrigação legal de informar regularmente o GPIAAF das medidas tomadas ou previstas.

6.2. Recomendações de segurança relativas à ocorrência

Conforme referido em 5, algumas ações implementadas e documentadas pelas empresas envolvidas, demonstrando um adequado funcionamento do processo de melhoria dos respetivos sistemas de gestão, dão resposta a causas identificadas na investigação, não necessitando da emissão de qualquer recomendação.

No que respeita à consideração no processo de autorização de entrada em serviço de material circulante dos riscos revelados pelo histórico de anomalias relevantes para a segurança (ver CPro-01), na medida em que este requisito já integra a legislação e que os processos equivalentes de autorização de entrada ao serviço na rede ferroviária nacional de material circulante existente, portanto com historial de utilização, passarão a partir de 16-06-2020 a ser submetidos através do Balcão Único, que no caso da área de utilização ser em dois Estados-Membros terão de ser avaliados pela Agência Ferroviária da União Europeia, conforme o estipulado na Diretiva (UE) 2016/797 em processo final de transposição, entende-se não haver necessidade de emitir qualquer recomendação quanto a este aspeto.

Por outro lado ainda, algumas das conclusões da investigação dizem respeito a aspetos que já foram objeto de outras recomendações feitas pelo ex-GISAF e pelo GPIAAF no passado, nomeadamente no que respeita ao processo do SGS da Infraestruturas de Portugal para identificação de padrões de ocorrências similares e implementação das medidas de prevenção correspondentes, bem como no respeitante à necessidade de reforço da supervisão da atividade das empresas pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes. Estando estas recomendações ainda abertas, em fase implementação, o GPIAAF opta por não as formular novamente ou reiterar.

Assim, como resultado da presente investigação, é intenção do GPIAAF fazer **duas** recomendações de segurança relativas às causas do acidente.

Recomendações novas: 2 (duas)

Destinatário: Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., enquanto autoridade nacional de segurança ferroviária.

Procedimentos de inspeção do estado do sistema de alimentação de combustível a alta pressão dos motores diesel das séries UTD 592.0 e 592.2

Recomendação n.º 2020/06: Recomenda-se ao **IMT** que, num prazo tão pequeno quanto possível e não superior a seis meses, tome as ações adequadas a garantir que os procedimentos da ERM **Renfe Manutenimento** relativos à inspeção do sistema de alimentação de combustível a alta pressão dos motores diesel das séries UTD 592.0 e 592.2, são revistos de forma a que garantam uma efetiva e atempada deteção das anomalias que possam comprometer a estanqueidade desse sistema, e que o pessoal que procede a essa inspeção está devidamente formado quanto aos modos de falha identificados no passado, com vista a melhor direcionar quanto aos defeitos a pesquisar.

Fundamento: CSub-01, CSub-02, CPro-02 e FCon-01

NOTA: A presente recomendação é dirigida ao IMT na medida em que, enquanto a Diretiva (EU) 2016/798 não for transposta em todos os Estados-Membros da UE, o GPIAAF não tem competência legal para dirigir recomendações a autoridades de outros Estados-Membros. Desta forma, considerou-se ser esta a forma mais eficaz de garantir que a presente recomendação seja considerada, no âmbito dos acordos de cooperação existentes entre autoridades nacionais de segurança ferroviária.

Identificação de padrões de acidentes/incidentes na operação de material circulante e introdução de medidas de controlo do risco

Recomendação n.º 2020/07: Recomenda-se ao **IMT** que, em prazo considerado aceitável por aquela autoridade de segurança, a empresa **Comboios de Portugal, E.P.E.** reveja o seu sistema de gestão da segurança no que respeita ao reforço dos procedimentos relativos à análise das ocorrências de segurança na operação de material circulante, com vista a garantir que haja um critério objetivo para identificar, de forma documentada, a recorrência de eventos que constituam um padrão comum e consistam em riscos para a sua atividade, utilizadores e trabalhadores, e que são adotadas as medidas de prevenção necessárias a reduzir esse risco a um nível tão baixo quanto razoável.

Fundamento: CPro-01 e CPro-02

6.3. Recomendações de segurança relativas a observações suplementares

O GPIAAF entende não fazer qualquer recomendação de segurança relativa a observações suplementares.

7. INFORMAÇÃO ADICIONAL

7.1. Abreviaturas e acrónimos

ANSF	Autoridade Nacional de Segurança Ferroviária
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.
ETF	Empresa de Transporte Ferroviário
Fcau	Fator causal
Fcon	Fator contribuinte
GI	Gestor da Infraestrutura
GLE	Gestor Local de Emergência
GNR	Guarda Nacional Republicana
GPIAAF	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves e de Acidentes Ferroviários
ICS	Indicadores comuns de segurança ou Instrução Complementar de Segurança, dependendo do contexto
IMT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
INTF	Instituto Nacional do Transporte Ferroviário
IP	Infraestruturas de Portugal, S.A.
NEV	Número Europeu de Veículo
PEG	Plano de Emergência Geral
RENFE	Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles
RFN	Rede ferroviária nacional
SGS	Sistema de Gestão da Segurança
UE	União Europeia
UTD	Unidade Tripla Diesel

7.2. Glossário

Autoridade nacional de segurança ferroviária

É 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..

Cantão

Troço de linha onde, em condições normais de exploração, só pode circular um comboio em cada momento. Porém, em condições especiais regulamentarmente previstas, é possível fazer circular mais do que um comboio em cada momento num dado cantão.

Cantonamento telefónico

Sistema de cantonamento que se efetua por troca de despachos telefónicos entre uma dependência e as suas colaterais com interferência na circulação, pedindo e autorizando a ocupação do único cantão existente num dado sentido entre as referidas dependências.

Chefe do comboio

Membro da tripulação responsável máximo pela circulação do seu comboio.

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.

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.

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.

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.

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.

Operador de revisão e venda

Agente que, genericamente, procede à revisão, fiscalização e venda de títulos de transporte nos acessos aos comboios e/ou nos comboios em trânsito, prestando informações e apoio aos clientes.

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.

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.

7.3. Bibliografia

Livros e outras publicações

- CALLEJA, David – *Motores térmicos y sistemas auxiliares*. Madrid: 2015
- CALLEJA, David – *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel*. Madrid: 2015
- DELGADO, Samuel – *Evaluación del mantenimiento predictivo de motores diésel*. Valladolid: 2016
- EUROPEAN RAILWAY AGENCY – *Guidance on good reporting practice (ERA/GUI/05/2010-EN)*. Valenciennes: 2010
- FONTANEL, E. & CHRISTELLER, R. – *Matériel roulant dans le système ferroviaire*. França: La Vie du Rail, 2016-2018
- GOD, Diogo [et al] – *Investigação de Acidentes: Análise e Prevenção*. Brasil: Valer – Educação Vale, 2008
- LEON, Mario – *Diccionario Poliglota del Tren*. Madrid: Ediciones Luna, SL, 1997
- MARTINS, Jorge J.G. – *Motores de Combustão Interna*. Porto: Publindustria, 2016
- PATÓN, J. L. A. – *Ingeniería y gestión del Mantenimiento en el Sector Ferroviario*. Espanha: Ediciones Díaz de Santos, 2009

Normativo técnico

- COMBOIOS DE PORTUGAL, E.P.E. – *Instrução complementar de operação n.º 309/18 (Operação das UTD 592.0 e 592.2)*. Lisboa: 2018
- COMBOIOS DE PORTUGAL, E.P.E. - *Instrução de gestão n.º 3 (Tempos de preparação das unidades motoras)*. Lisboa: 2011
- FERNAVE – *Manual de condução unidades automotoras UTD 592*. Lisboa: 2013
- INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. – *Instrução de Exploração Técnica n.º 6 (Gestão da Circulação)*. Lisboa: 2016
- INSTITUTO DA MOBILIDADE E DOS TRANSPORTES, I.P. – *Apuramento de Indicadores Comuns de Segurança*. Lisboa: 2015
- INSTITUTO DA MOBILIDADE E DOS TRANSPORTES, I.P. – *Regulamento Geral de Segurança I (Princípios fundamentais)*. Lisboa: 2017
- INSTITUTO DA MOBILIDADE E DOS TRANSPORTES, I.P. - *Regulamento Geral de Segurança II (Sinais)*. Lisboa: 2015
- INSTITUTO DA MOBILIDADE E DOS TRANSPORTES, I.P. - *Regulamento Geral de Segurança III (Circulação de comboios)*. Lisboa: 1990
- INSTITUTO NACIONAL DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO - *Instrução Complementar de Segurança n.º 20/06 (Circulação de unidades motoras)*. Lisboa: 2006.

Página propositadamente deixada em branco

8. ANEXOS

- ANEXO 1 – Comunicação da decisão de investigar
- ANEXO 2 – Árvore causal do acidente

Página propositadamente deixada em branco

ANEXO 1

Comunicação da decisão de investigar

Página propositadamente deixada em branco

Página propositadamente deixada em branco

 IGISAF Gabinete de Investigação de Segurança e de Acidentes Ferroviários	FORMULÁRIO DE INVESTIGAÇÃO	Código: GISAF-FI003
		Página 1 de 2
COMUNICAÇÃO DE DECISÃO DE INVESTIGAR		

DADOS DA INVESTIGAÇÃO

Identificação da Investigação: Inv_20161010	Data de decisão de abertura: 2016-10-12
Designação: Incêndio no comboio n.º 4100, na linha do Douro, em 10-10-2016.	

OCORRÊNCIA

Descrição sumária: Incêndio no veículo motor 592 054, na estação do Juncal (linha do Douro), quando realizava o comboio regional de passageiros n.º 4100. Apenas se registaram danos materiais no veículo.	
Data: 2016-10-10, 06h03	Data da notificação ao GISAF: 2016-10-10, 08:00 [PROCIIV]
Data de obtenção da informação necessária à decisão: 2016-10-10	

ANÁLISE PRELIMINAR

Data: 2016-10-11	Autor: LC / NO	Proposta: Investigação
------------------	----------------	------------------------

DISPOSIÇÃO LEGAL:

<i>Diretiva n.º 2004/49/CE</i>	<i>Decreto-Lei n.º 394/2007</i>	<i>Caracterização</i>	
Art.º 19.º - 1	Art.º 4.º - 1	Obrigatoriedade de investigação de acidentes graves, no âmbito da Diretiva	
Art.º 19.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	X
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 de Carvalho

DEFINIÇÃO DO ÂMBITO DA INVESTIGAÇÃO

<ul style="list-style-type: none"> • Circunstâncias em que o acidente ocorreu. • Atuação dos serviços de emergência. • Procedimentos e ações operacionais que se mostrem relevantes. • Consideração do historial de outras ocorrências similares com este tipo de material circulante (séries 592.0 e 592.2) e medidas de mitigação do risco tomadas em sequência pela ETF e pela ERM. • Consideração do historial prévio de ocorrências relevantes para a segurança no processo de autorização deste material circulante em Portugal. • Eficácia das medidas de mitigação implementadas para controlar o risco de acidentes decorrente dos fatores causais primários que sejam identificados. • Causas profundas relacionadas com a gestão dos níveis relevantes das empresas envolvidas. • Supervisão feita pela Autoridade Nacional de Segurança ferroviária, no seu âmbito de competência, caso seja pertinente face aos fatores causais que sejam identificados.

 <p>GISAFA Gabinete de Investigação de Segurança e de Acidentes Ferroviários</p>	<p>FORMULÁRIO DE INVESTIGAÇÃO</p>	<p>Código: GISAFA-FI003</p>
<p>COMUNICAÇÃO DE DECISÃO DE INVESTIGAR</p>		<p>Página 2 de 2</p>

DEFINIÇÃO GENÉRICA DOS PROCEDIMENTOS A ADOTAR

- Recolha das evidências, físicas, testemunhais e documentais relevantes.
- Acompanhamento das peritagens realizada pela ETF e pela ERM do veículo acidentado e análise dos seus resultados.
- Análise do historial deste tipo de ocorrências.
- Análise dos procedimentos de inspeção e manutenção dos componentes relevantes do material motor.
- Caso seja necessário, obtenção de pareceres de peritos independentes em material circulante.
- Tratamento e análise dos indícios e informação recolhidos.
- Determinação da sequência de eventos.
- Realização de análise por árvore de falhas, árvore causal e por árvore de riscos de gestão, ou outros métodos na medida do que seja considerado adequado.

ENSINAMENTOS DE SEGURANÇA ESPERADOS

Os que decorram da investigação no sentido de alterar aspetos estruturais, organizacionais e procedimentos de manutenção, que permitam reduzir ao mínimo aceitável pelas partes interessadas o risco de acidentes deste tipo, considerando que estes têm um potencial significativo de resultar num acidente grave.

ENTIDADES A NOTIFICAR DA DECISÃO DE INVESTIGAR (indicadas com X)

<input checked="" type="checkbox"/>	IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
<input checked="" type="checkbox"/>	ERA – Agência Ferroviária Europeia
<input checked="" type="checkbox"/>	IP – Infraestruturas de Portugal, S.A.
<input checked="" type="checkbox"/>	CP – Comboios de Portugal, E.P.E.
<input type="checkbox"/>	MEDRAIL – Operador Ferroviário e Logístico de Mercadorias S.A.
<input type="checkbox"/>	Fertagus, S.A.
<input type="checkbox"/>	Takargo, Transporte de Mercadorias, S.A.
<input type="checkbox"/>	Metropolitano de Lisboa, E.P.E.
<input type="checkbox"/>	Metro do Porto, S.A. (Metropolitano A. M. Porto e Funicular dos Guindais)
<input type="checkbox"/>	MTS - Metro, Transportes do Sul, S.A.
<input type="checkbox"/>	Metro Ligeiro de Mirandela, S.A.
<input type="checkbox"/>	Câmara Municipal de Sintra (Eléctrico Sintra – Praia das Maçãs)
<input type="checkbox"/>	Transpraia – Transportes Recreativos da Praia do Sol, Lda. (Costa da Caparica – Fonte da Telha)
<input type="checkbox"/>	Gaprei - Gestão Aldeamento Pedras D’El Rei, S.A. (Caminho-de-ferro ligeiro da praia do Barril)
<input type="checkbox"/>	Liftech - Tecnologia para Elevadores, Lda. (Funicular de Viana do Castelo)
<input type="checkbox"/>	Confraria do Bom Jesus do Monte (Ascensor do Bom Jesus do Monte)
<input type="checkbox"/>	Câmara Municipal de Viseu (Funicular da Calçada de Viriato)
<input type="checkbox"/>	Serviços Municipalizados da Câmara Municipal da Nazaré (Ascensor da Nazaré)
<input type="checkbox"/>	Outros [identificar]

Nos termos legais a Decisão de Investigar será registada na [ERAIL](#) e será publicitada no sítio do [GISAFA](#) na internet após a comunicação às entidades acima indicadas.

O Director do GISAFA,

Nelson Oliveira

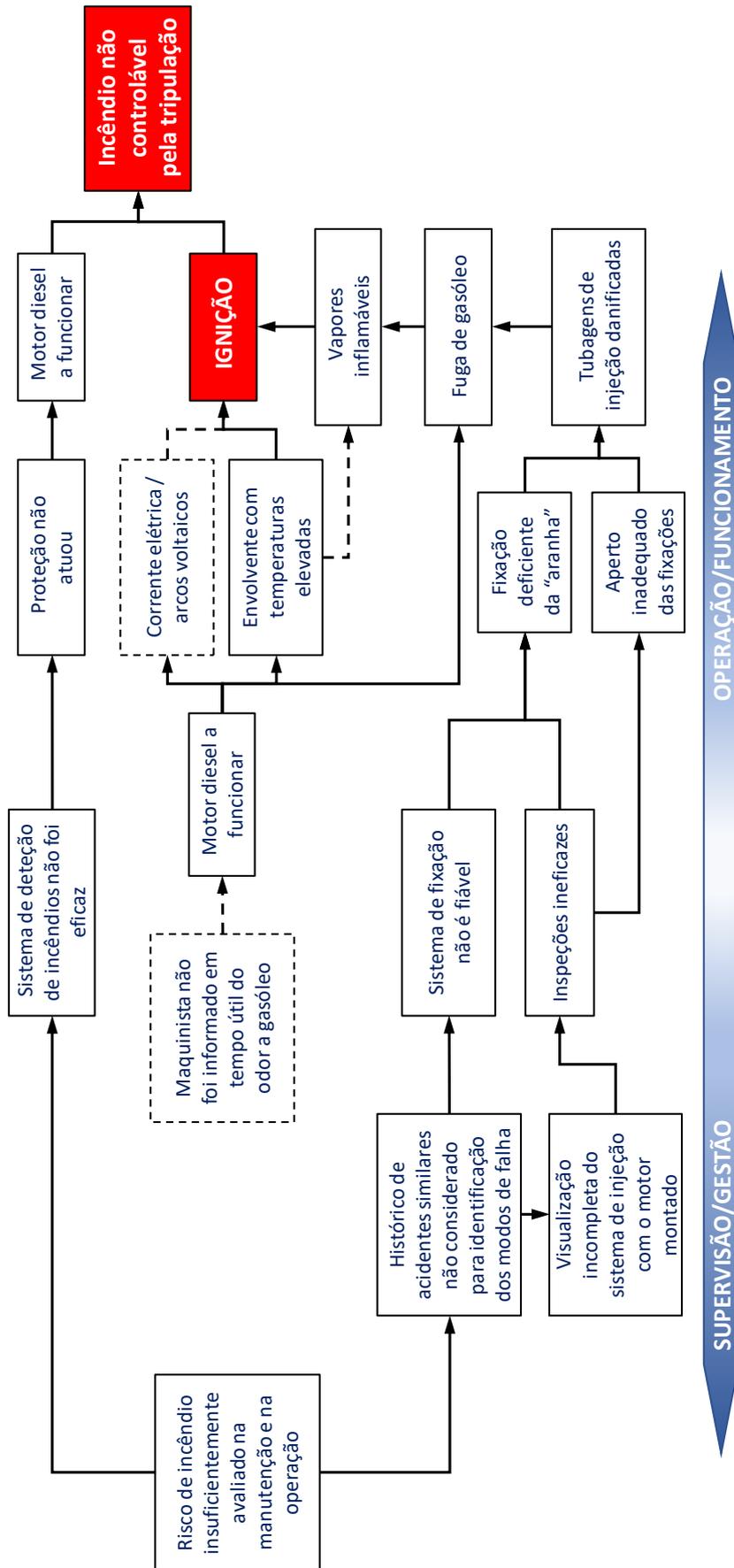
[assinado no original]

ANEXO 2

Árvore causal do acidente

Página propositadamente deixada em branco

Árvore causal do acidente



SUPERVISÃO/GESTÃO OPERAÇÃO/FUNIONAMENTO



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

Praça Duque de Saldanha, 31, 4.º - 1050-094 Lisboa
www.gpiaaf.gov.pt – geral@gpiaaf.gov.pt

2020