

INTERVENÇÕES DE CONSTRUÇÃO, RENOVAÇÃO E MANUTENÇÃO NA VIA-FÉRREA

JOÃO NUNO ANDRADE DE CAMPOS FERREIRA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
Mestre em Engenharia Civil — Especialização em Vias de Comunicação

Orientador: Professor Doutor António José Fidalgo do Couto

JUNHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

A todos aqueles que,
em razão deste trabalho,
se ausentaram da minha presença.

“Aquele que não deixa nada para amanhã, já fez muito”

Baltasar Graci

AGRADECIMENTOS

Fica aqui uma palavra de apreço e agradecimento muito sincera ao meu Orientador de Mestrado, Sr. Professor António Fidalgo Couto, pela disponibilidade revelada ao longo de todo este processo e especialmente pela capacidade demonstrada em compreender o contexto em que o trabalho foi elaborado, tendo o Autor alternado a sua atenção entre períodos de actividade profissional intensa e de realização do estudo aqui apresentado.

Não posso deixar de referir aquele que, com a sua assertividade de actuação, deu início a todo este processo na FEUP, servindo de interlocutor na apresentação pessoal e mais próxima com o meu Orientador de Mestrado. Esta pessoa, uma vez mais, deu provas da sua amizade e da sua excelência como professor universitário, que eu tanto admiro. Um bem-haja ao Professor Américo Pires da Costa!

Saliento ainda que, este capítulo da minha vida que agora se escreve, em boa parte se deve aos bons princípios adquiridos ao longo do meu percurso profissional tais como o empenhamento em desafios inovadores, dedicação ao trabalho, espírito de pró-actividade e iniciativa. Esta aprendizagem são e sustentada, essencial no desenvolvimento disciplinado deste trabalho, teve origem nas competências transmitidas por dois exemplares profissionais de engenharia que me merecem toda a admiração e referência pessoal neste particular: Eng. António Alves Dinis e Eng. Miguel Braga da Cruz.

Dedico também este trabalho à minha família, registando as horas passadas em que a Manuela teve de se silenciar para permitir um raciocínio e atenção especial da minha parte, os passos singelos e reconfortantes sobre a mesa por parte da “Shytra” que desanuviavam um ambiente por vezes de algum cansaço, a insistência saudável mas subtil (como sempre!) da minha mãe Marília para que concluísse o trabalho e a maior fonte de inspiração na família no que toca a matérias académicas que é claramente a minha irmã Catarina Ferreira (exemplo de muito empenho e dedicação ao trabalho!). Envio também uma palavra de carinho à Júlia (cujos jantares “vitaminados” permitiram uma dedicação extra ao trabalho), ao Sr. José Barbosa e Hermano que, inconscientemente, também auxiliaram neste desafio.

A Ti, o que só tu vês e sabes!

Aos meus amigos, que se viram privados de estar mais tempo comigo durante o período de elaboração do mesmo.

A todos, o meu sincero Obrigado!

RESUMO

O caminho-de-ferro, tal qual o conhecemos nos dias que correm, resulta de uma notável evolução histórica no âmbito da engenharia civil e mecânica, que remonta ao milénio passado. Actualmente, é factor integrador entre povos, e representa um pólo de modernidade e desenvolvimento socioeconómico para os países que detêm uma rede ferroviária funcional, sustentável e interoperacional.

Sendo a engenharia civil uma área pluridisciplinar, a via-férrea aparece como um domínio científico específico, traduzindo-se no conjunto de dois elementos que servem de base de sustentação e guiamento dos comboios, designadamente a infra-estrutura (plataforma, obras de arte, passeios e valetas) e a superestrutura (carris, travessas, balastro, material de ligação e fixação). E é sobre este último domínio que centra o trabalho elaborado.

O estudo aqui reproduzido procura observar alguns dos aspectos técnicos associados à especialidade da via, com particular incidência sobre o processo construtivo da superestrutura da via. Primeiramente, e com vista a enquadrar o Leitor para os capítulos seguintes que assumem um carácter iminentemente prático, é feita uma explanação geral sobre os aspectos relacionados com a superestrutura da via, nomeadamente através da descrição de princípios básicos desta temática e da identificação dos principais materiais e equipamentos envolvidos na especialidade da via.

Seguidamente, foram abordados os principais parâmetros geométricos da via - compreendendo conceitos, identificando tolerâncias admissíveis e analisando os equipamentos de medição utilizados para este fim - que se configuram no requisito e objectivo final a atingir com a construção, renovação e/ou conservação/manutenção da via.

No capítulo que se segue, é caracterizado o processo operativo de construção da superestrutura da via, quer em circunstâncias de via nova, quer em situações de renovação. Também a componente da conservação/manutenção foi afluída no que concerne às principais operações que lhe estão associadas.

No capítulo cinco, o Autor aborda aspectos técnicos complementares da temática da superestrutura da via, num exercício de reflexão e registo escrito sobre algumas das questões técnico-práticas importantes relacionadas com o universo da especialidade da via, procurando sensibilizar e captar a atenção do Leitor para essas matérias.

Por fim, e no capítulo último, o Autor tece considerações finais sobre o tema, identificando potenciais áreas de estudo em trabalhos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: via-férrea, superestrutura, especialidade de via, construção, renovação

ABSTRACT

The railway, as we know it nowadays, is the result of a remarkable historical evolution in the field of civil and mechanical engineering that harks back to the last millennium. Nowadays, it represents an integrative factor among people and a pillar of modernity and socio-economical development for countries which own a functional, sustainable and inter-operative railway network.

Being civil engineering a multidisciplinary field, the railway appears as a specific scientific domain, which translates into the set of two elements that constitute the basis of supporting and directing trains, namely the infrastructure (platform, works of art, sidewalks and gullies) and the super-structure (rail roads, lanes, ballast, fixation and connection material). This work focuses on the latter.

This study aims at observing some of the technical aspects associated with way expertise, with special focus on the constructive process of the way super-structure. Firstly, and in view of setting the basis for the followings chapters which holds an imminent practical perspective, a general explanation of the aspects related to the way super-structure is made, namely through the description of the basic principals concerning this subject and the identification of the main materials and equipments involved on the way expertise.

Next, the author clarifies the main geometrical parameters of the way – including concepts, identifying admissible tolerances and analysing the measurement equipments used to this end – related to the requisites and final aim of the construction, renovation and/or conservation/maintenance of the way.

On the following chapter, the operative process of the way super-structure construction is characterised both under the circumstances of a new way and/or in renovation contexts. Also a section of conservation/maintenance was included in what the main associated operations are concerned.

In the chapter 5th, the author makes some complementary technical remarks on the general theme of way super-structure, reflecting over and writing about some of the technical and practical important questions related with the universe of way expertise, in an attempt to raise awareness and call for the attention of the reader to these subjects.

Finally, in the last chapter, the author makes a final remark about the theme, pointing potential related areas of study in future works.

KEY WORDS: railway, super-structure, way expertise, construction, renovation.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO DO AUTOR	1
1.2. ENQUADRAMENTO E CAMPOS DE APLICAÇÃO	1
1.3. ÂMBITO DO ESTUDO/OBJECTIVOS PROPOSTOS	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	2
2. Superestrutura da via	5
2.1. ENQUADRAMENTO	5
2.2. GENERALIDADES	5
2.2.1. NOÇÕES GERAIS	5
2.2.2. MATERIAIS DE VIA	9
2.2.2.1. Balastro	9
2.2.2.2. Carril	11
2.2.2.3. Travessas	12
2.2.2.4. Material de fixação	16
2.2.2.5. Material de ligação	19
2.2.3. EQUIPAMENTOS DE VIA	20
2.2.3.1. Equipamentos pesados	21
2.2.3.2. Equipamentos de transporte	21
2.2.3.3. Equipamentos ligeiros	21
2.2.3.4. Equipamentos de tracção	22
2.2.3.5. Equipamentos auxiliares	22
2.2.4. APARELHOS DE VIA	22
2.2.4.1. Generalidades	22
2.2.4.2. Aparelhos de Mudança de Via	23
2.2.4.3. Aparelhos de Dilatação	27

3. Características Geométricas da Via	29
3.1. PARÂMETROS GEOMÉTRICOS: CONCEITOS	29
3.1.1. BITOLA	29
3.1.1.1. Bitola Pontual.....	29
3.1.1.2. Bitola Média	30
3.1.2.NIVELAMENTO TRANSVERSAL	30
3.1.3.NIVELAMENTO LONGITUDINAL	31
3.1.4.ALINHAMENTO.....	31
3.1.5.EMPENO	32
3.1.6.CONSIDERAÇÕES GERAIS	32
3.2. MEDIÇÃO E CÁLCULO DOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS	33
3.2.1. BITOLA	33
3.2.2.NIVELAMENTO TRANSVERSAL	33
3.2.3.NIVELAMENTO LONGITUDINAL	34
3.2.3.1. Medição com sistemas inerciais.....	34
3.2.3.2. Medição por cordas	34
3.2.4.ALINHAMENTO.....	34
3.2.4.1. Medição com sistemas inerciais.....	34
3.2.4.2. Medição por cordas	34
3.2.5.EMPENO	35
3.3. TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS DA VIA	35
3.3.1. RECEPÇÃO DA VIA.....	35
3.3.1.1. Linhas Novas ou Renovadas.....	35
3.3.1.2. Trabalhos de Conservação ou Manutenção	36
3.3.2. MANUTENÇÃO DA VIA	37
3.3.2.1. Acção imediata limite: conceito	37
3.3.2.2. Intervenção Limite: conceito.....	37
3.3.2.3. Alerta limite: conceito	37
3.3.2.4. Tolerâncias	37
3.4. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	39
3.4.1. VEÍCULO DE INSPECÇÃO	40
3.4.2. MEIOS ALTERNATIVOS.....	47

4. Intervenções na Via	49
4.1. ENQUADRAMENTO	49
4.2. OPERAÇÕES DE CONSTRUÇÃO DA VIA	50
4.2.1. IMPLANTAÇÃO TOPOGRÁFICA DA VIA.....	50
4.2.2. BALASTRAGEM DA VIA.....	51
4.2.3. ASSENTAMENTO DA VIA.....	52
4.2.4. ATAQUE E REGULARIZAÇÃO DA VIA.....	53
4.2.5. ESTABILIZAÇÃO DINÂMICA DA VIA	56
4.2.6. ESMERILAGEM PREVENTIVA DO DESGASTE ONDULATÓRIO DO CARRIL.....	57
4.2.7. SOLDADURA DE CARRIS	57
4.2.8. AUSCULTAÇÃO ULTRASÓNICA DE SOLDADURAS	59
4.2.9. REGULARIZAÇÃO DE BARRAS LONGAS SOLDADAS.....	60
4.2.10. PIQUETAGEM E ETIQUETAGEM DA VIA.....	62
4.2.11. REFERENCIAÇÃO QUILOMÉTRICA DA VIA.....	63
4.2.12. APARELHOS DE VIA	64
4.2.12.1. Piquetagem provisória de AMV's	64
4.2.12.2. Assentamento de AMV's.....	65
4.2.12.3. Ataque mecânico em AMV's.....	67
4.2.13. TRABALHOS COMPLEMENTARES	68
4.3.13.1. Armazenamento de materiais	68
4.3.13.2. Carga, transporte e descarga de materiais.....	68
4.3.13.3. Sinalização provisória e definitiva	69
4.3.13.4. Execução de juntas isolantes.....	70
4.3. OPERAÇÕES DE RENOVAÇÃO DA VIA	71
4.3.1. INTRODUÇÃO	71
4.3.2. RESUMO DAS OPERAÇÕES.....	71
4.3.3. LEVANTAMENTO DA VIA EXISTENTE	72
4.3.4. CAMINHO DE ROLAMENTO	72
4.3.5. DESGUARNECIMENTO DA VIA	73
4.3.6. DEPURAÇÃO DO BALASTRO	73
4.4. CONSERVAÇÃO/MANUTENÇÃO DA VIA	74
4.4.1. INTRODUÇÃO	74
4.4.2. OPERAÇÕES PRINCIPAIS	74

4.4.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS	75
-----------------------------------	----

5. Aspectos Técnicos Complementares..... 77

5.1. ENQUADRAMENTO	77
---------------------------------	-----------

5.2. NOÇÕES IMPORTANTES	77
--------------------------------------	-----------

5.2.1. PEÇAS DE PROJECTO.....	77
-------------------------------	----

5.2.2. PRINCÍPIOS DE EXPLORAÇÃO	78
---------------------------------------	----

5.2.3. VIA INTERDITA À CIRCULAÇÃO	79
---	----

5.3. EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	80
--	-----------

5.3.1. AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE.....	80
---------------------------------------	----

5.3.2. ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR	82
---	----

5.4. PLANEAMENTO/PROGRAMAÇÃO DOS TRABALHOS.....	86
--	-----------

5.5. INTERACÇÃO COM RESTANTES ESPECIALIDADES	89
---	-----------

5.6. SEGURANÇA NOS TRABALHOS DE VIA.....	90
---	-----------

5.7. ENTREGA E RECEPÇÃO DA VIA	92
---	-----------

6. Considerações Finais..... 95

REFERÊNCIAS/BIBLIOGRAFIA.....	97
--------------------------------------	-----------

ANEXOS.....	99
--------------------	-----------

A.1. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS PESADOS	101
---	-----

A.2. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE	104
---	-----

A.3. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS LIGEIOS	106
---	-----

A.4. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS DE TRACÇÃO.....	110
---	-----

A.5. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS AUXILIARES.....	111
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Esquema de identificação dos sentidos de circulação na via férrea (VU).....	6
Fig. 2 – Entrevista	6
Fig. 3 – Entreeixos	7
Fig. 4 – Inclinação transversal do carril.....	7
Fig. 5 – Corte transversal tipo de uma via-férrea em alinhamento recto	8
Fig. 6 – Gabaris das passagens sobre vias-férreas em alinhamento recto (VU)	8
Fig. 7 – Balastro granítico a aplicar na via-férrea	10
Fig. 8 – Perfil de carril UIC 60	12
Fig. 9 – Características das travessas de madeira	14
Fig. 10 – Travessas de betão bibloco/monobloco.....	14
Fig. 11 – Travessa de betão monobloco polivalente.....	15
Fig. 12 – Exemplos de sistemas de pregação elástica	19
Fig. 13 – Junta de carris soldada	19
Fig. 14 – Material para execução de junta isolante normal	20
Fig. 15 – Junta isolante colada.....	20
Fig. 16 – Sentido dos AMV's.....	23
Fig. 17 – Constituição do Aparelho de Mudança de Via.....	23
Fig. 18 – Conjuntos Lança/Contra-Lança do AMV.....	24
Fig. 19 – Elementos da Grade da Cróssima	25
Fig. 20 – Contra-Carril da Cróssima.....	26
Fig. 21 – AD unidireccional	27
Fig. 22 – AD bidireccional	27
Fig. 23 – Bitola.....	30
Fig. 24 – Nivelamento Transversal.....	30
Fig. 25 – Nivelamento Longitudinal.....	31
Fig. 26 – Alinhamento	31
Fig. 27 – Empeno	32
Fig. 28 – Veiculo de Inspeção EM-120	40
Fig. 29 – Localização dos sistemas de medição no veículo EM-120	42
Fig. 30 – Esquema da medição do nivelamento transversal (EM-120)	43
Fig. 31 – Princípio de medição do nivelamento longitudinal.....	44

Fig. 32 – Princípio de medição do empeno	45
Fig. 33 – Equipamento manual de registo contínuo - Trolley.....	48
Fig. 34 – Sulco de balastro sob as travessas monobloco (ou madeira)	51
Fig. 35 – Bitas mecânicas (pioches) da atacadeira.....	54
Fig. 36 – Órgãos de trabalho da regularizadora de balastro.....	56
Fig. 37 – Princípio das forças induzidas na via pela estabilizadora mecânica	56
Fig. 38 – Corte dos carris (soldadura aluminotérmica)	59
Fig. 39 – Preparação e colocação do molde (soldadura aluminotérmica).....	59
Fig. 40 – Esquema de colocação de sinalização provisória em linha com afrouxamento.....	69
Fig. 41 – Operação de desguarnecimento da via	73
Fig. 42 – Encadeamento lógico das actividades da via	88
Fig. 43 – Atacadeira pesada de via	101
Fig. 44 – Regularizadora de balastro	101
Fig. 45 – Estabilizadora de via	102
Fig. 46 – Esmeriladora pesada de via.....	102
Fig. 47 – Desguarnecedora de via	102
Fig. 48 – Comboio de tratamento de plataformas.....	102
Fig. 49 – Comboio de substituição	103
Fig. 50 – Equipamento de soldar eléctrico	103
Fig. 51 – Veículos de inspecção.....	103
Fig. 52 – Vagões plataforma	104
Fig. 53 – Vagões de detritos.....	104
Fig. 54 – Vagões balastreiros.....	104
Fig. 55 – Vagões de transportes especiais	105
Fig. 56 – Trefonadoras.....	106
Fig. 57 – Equipamento de furar carril e travessas.....	106
Fig. 58 – Equipamento de cortar carril	106
Fig. 59 – Esmeriladora manual de carril.....	107
Fig. 60 – Aparafusadora portátil	107
Fig. 61 – Equipamentos de soldadura aluminotérmica	108
Fig. 62 – Grupo ligeiro de ataque de via	108
Fig. 63 – Lorys.....	108
Fig. 64 – Outros equipamentos de via.....	109

Fig. 65 – Locomotivas	110
Fig. 66 – Pórticos de substituição	111
Fig. 67 – Posicionadores de carril	111
Fig. 68 – Rail-Route	111
Fig. 69 – Dumper e Ferro-camião	112

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Valores numéricos das características do balastro	10
Quadro 2 – Qualidades de aço para carril	11
Quadro 3 – Características dimensionais/peso das travessas de madeira	13
Quadro 4 – Características dimensionais/peso das travessas de betão	15
Quadro 5 – Sistemas de pregação elástica	17
Quadro 6 – Relação entre os parâmetros geométricos da via e a resposta do veículo	33
Quadro 7 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (linhas novas ou renovadas).....	35
Quadro 8 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (conservação ou manutenção)	36
Quadro 9 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (Acção Imediata Limite)	38
Quadro 10 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (Intervenção Limite)	38
Quadro 11 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (Alerta Limite).....	39
Quadro 12 – Escalas de registo (EM-120)	46
Quadro 13 – Avaliação da conformidade das soldaduras aluminotérmicas	81
Quadro 14 – Avaliação da conformidade da montagem de via	81
Quadro 15 – Avaliação da conformidade da descarga e regularização do balastro	82
Quadro 16 – Avaliação da conformidade de assentamento de AMV's.....	82
Quadro 17 – Programação dois trabalhos de via.....	87
Quadro 18 – Riscos/Medidas de segurança nos trabalhos de via.....	90

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

UIC – Union Internationale des Chemins de fer

OIF – Operador da Infra-estrutura

AIL – Acção Imediata Limite

IL – Intervenção Limite

AL – Alerta Limite

AMV – Aparelho de mudança de via

AD – Aparelho de dilatação

JCL – Junta da contra-lança

JTC – Junta do talão da cróssima

PM – Ponta matemática

CG – Centro geométrico

JIC – Junta isolante colada

JIN – Junta isolante normal

PH – Passagem hidráulica

PN's – Passagens de nível

PS – Passagem superior

PI – Passagem inferior

LA – Los Angeles

MDE – Micro-Deval

BLS – Barra longa soldada

PK – Ponto quilométrico

A – Ampere

PC – Pré-aquecimento curto

PN – Pré-aquecimento normal

Tr – Temperatura de referência

1

INTRODUÇÃO

1.1. VISÃO/MOTIVAÇÃO DO AUTOR

O tema seleccionado para o estudo aqui exposto surge como resultado do percurso académico-profissional exercido pelo Autor, que ainda em período de formação universitária, teve a oportunidade de participar num estudo e elaboração dum projecto de âmbito ferroviário. Este “destino” deu lugar a um crescente interesse do Autor pela temática dos caminhos-de-ferro enquanto área de especialidade da Engenharia Civil, sob todos os seus domínios de concepção, dimensionamento e construção.

De notar que, numa perspectiva de sociedade moderna em que nos inserimos hoje em dia, visando um panorama de desenvolvimento sócio-económico sustentado, o Autor avalia este meio de comunicação como um adquirido factor integrador e de aproximação entre povoações, observador de princípios de sustentabilidade ambiental e com um enorme potencial competitivo económico, visão esta que faz com o que o Autor assuma a sua paixão pela temática aqui em apreço, bem como a busca permanente de novos conhecimentos e know-how.

Outro aspecto que não pode ser ignorado como factor motivador para a prossecução deste trabalho por parte do Autor foi o facto de estarmos na iminência de iniciar a “Era” da Alta Velocidade Ferroviária em Portugal, com a construção de uma rede totalmente nova, peça integrante da Rede Transeuropeia de Transporte Ferroviário. Este projecto, ainda que envolto em muito polémica no nosso País pela dicotomia investimento associado/actual crise económica, apresenta-se a uma escala considerável e tem subjacente requisitos técnicos de engenharia, alguns dos quais serão observados pelo Autor ao longo do seu estudo, designadamente no âmbito da superestrutura da via-férrea.

1.2. ENQUADRAMENTO E CAMPOS DE APLICAÇÃO

O estudo desenvolvido enquadra-se no domínio da Engenharia Civil, especificamente na área de Vias de Comunicação, e incide sobre a especialidade da via. Neste caso em concreto, será dada especial atenção aos aspectos da superestrutura de via, assinalando-se os requisitos técnicos necessários para permitir a exploração ferroviária de linhas novas, renovadas ou que foram alvo de conservação/manutenção, observando-se os materiais constituintes e equipamentos associados e analisando-se a componente prática da construção da via.

Não sendo um trabalho puro de investigação académica, o presente estudo está essencialmente orientado para a componente prática do projecto ferroviário, em particular para os aspectos técnicos relacionados com a superestrutura de via, visando suscitar no Leitor a informação e compilação de conteúdos técnicos para a execução, acompanhamento, supervisão e controlo de obras ferroviárias.

Para esta última observação, no entender do Autor, muito contribui o capítulo cinco do trabalho onde se tecem aspectos técnicos complementares sobre esta especialidade, procurando sensibilizar o Leitor para questões práticas e usuais ocorrerem nesta especialidade em contexto reais de actuação.

Assim, resumidamente e em primeiro lugar, será feita uma resenha dos principais materiais e equipamentos da via, serão depois observados os requisitos geométricos da via, em seguida analisado o método operativo de construção e renovação da via, dando atenção também aos aspectos de conservação/manutenção da via, posteriormente tecidas algumas considerações sobre aspectos técnicos complementares iminentemente práticos inerentes à especialidade da via, e por fim registadas algumas conclusões sobre o trabalho.

Importa ainda referir que, o estudo aqui apresentado tem a informação própria de um trabalho desta natureza, e portanto não assume um carácter exaustivo sobre a matéria, tendo como directivas gerais a perspectiva do Autor sobre o tema, que procura abordar os aspectos essenciais da superestrutura da via e particularmente a sua visão e experiência nesta área.

1.3. ÂMBITO DO ESTUDO/OBJECTIVOS PROPOSTOS

O presente estudo centra-se numa das componentes da engenharia ferroviária, em particular na especialidade de via, dando especial enfoque às intervenções de construção, renovação e conservação/manutenção da via. Por tal, o estudo em concreto começa por identificar os principais elementos constituintes da superestrutura da via, transitando depois para a identificação das principais características geométricas da via, observando parâmetros técnicos associados, tolerâncias admissíveis e instrumentos de medição usuais em obras desta natureza, que são chave essencial para colocar uma via férrea em exploração nas condições de circulação e segurança máxima exigíveis. Seguidamente, observa as operações essenciais para construção de vias novas, renovadas ou com carácter de conservação/manutenção, identificando e escrutinando as principais actividades práticas envolvidas. Posteriormente, o Autor alude a aspectos práticos e usualmente presentes na especialidade da via durante a execução de obras ferroviárias, tecendo considerações sobre conceitos importantes a saber, a avaliação da conformidade da execução dos trabalhos, alguns aspectos técnicos a considerar aquando da execução da superestrutura, a identificação de potenciais situações de conflito da especialidade da via com as restantes especialidades e a aspectos de segurança nos trabalhos de via. Por fim, tecem-se algumas considerações finais em tom de conclusão do trabalho.

Na elaboração do trabalho, o Autor estabeleceu como metas pessoais e particulares a pesquisa, investigação, aprofundamento de conhecimentos específicos e reflexão sobre a temática da especialidade da via, desenvolvendo para o efeito pesquisa bibliográfica diversa em diferentes domínios de exposição (tanto tradicional como digital). Nesta medida foram consultados livros técnicos, manuais de formação, instruções, normativos técnicos e legislação particular. Como objectivos gerais, o Autor definiu a divulgação de informação, a compilação de dados técnicos e a explanação de princípios genéricos de execução da superestrutura da via, permitindo ao Leitor dispor de um instrumento de consulta organizado e amplamente direccionado para a componente prática da construção ferroviária no que se refere a esta especialidade.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

Seguindo a estrutura definida com o Orientador da Tese, o trabalho organiza-se em seis temas, sendo o primeiro a introdução, os quatro seguintes subordinados ao tema da especialidade da via em concreto e

o último de carácter conclusivo. Assim, temos: **Introdução, Superestrutura da Via, Características Geométricas da Via, Intervenções na Via, Aspectos Técnicos Complementares e Conclusões.**

No primeiro capítulo, **Introdução**, o Autor procura dar a conhecer ao leitor as suas convicções e propósitos para a selecção do tema de estudo, visa enquadrar o trabalho no contexto da Engenharia Civil, e sobretudo definir e estabelecer os objectivos gerais e particulares a que se propõe com a elaboração deste trabalho.

No capítulo segundo, **Superestrutura da Via**, são identificados e caracterizados os principais materiais de via constituintes da superestrutura da via, como sejam o balastro, as travessas, o carril, as fixações e os aparelhos de via. Ainda neste capítulo, são abordados os equipamentos mecânicos pesados usualmente em operação no âmbito desta especialidade, e bem assim os utensílios ligeiros e os equipamentos de medição normalmente utilizados.

Seguidamente, no terceiro capítulo, **Características Geométricas da Via**, são caracterizados os parâmetros geométricos da via, identificados os métodos de medição e cálculo desses mesmos parâmetros, definidas as tolerâncias admissíveis para linhas novas ou renovadas, bem como para trabalhos de conservação/manutenção e observados os equipamentos principais de medição no terreno.

No quarto capítulo, **Intervenções na Via**, são abordadas as operações de execução das vias novas, vias renovadas e de conservação/manutenção da via. Ainda neste capítulo, o Autor faz uma abordagem aos aparelhos de via, que se configuram numa componente técnica da via com grande especificidade de execução.

No capítulo quinto, **Aspectos Técnicos Complementares**, o Autor tece algumas considerações sobre o objecto de estudo, evidenciando noções que considera importantes para este tema, analisando e reflectindo sobre aspectos relacionados com a execução dos trabalhos (particularmente, a avaliação da conformidade, e outros aspectos técnicos que devem ser atendidos nesta área), sobre a programação e planificação das actividades da especialidade da via, sobre a articulação e interacção com as restantes especialidades, sobre a avaliação da segurança na execução dos trabalhos, e sobre a entrega e recepção final da obra da superestrutura da via.

Por fim, no sexto e último capítulo, **Considerações Finais**, são tecidas considerações finais sobre o tema, evidenciado o resultado alcançado, analisado o cumprimento dos objectivos propostos no início do trabalho pelo Autor e referenciados/identificados alguns potenciais trabalhos a realizar sobre o tema no futuro.

2

SUPERESTRUTURA DA VIA

2.1. ENQUADRAMENTO

Neste capítulo, e em primeiro lugar, considera-se essencial observar, entender e estudar os aspectos que identificam na globalidade a superestrutura da via, em particular os conceitos que lhe estão associados e os elementos físicos que o constituem. Partindo do pressuposto anterior, identificam-se os quatro principais subcapítulos que estão na base deste capítulo e que, de uma forma genérica, abarcam os mais importantes aspectos técnicos da especialidade da via: noções e conceitos gerais, materiais de via, equipamentos de trabalho utilizados e aparelhos de via.

A abordagem aqui efectuada não tem um carácter de informação exhaustiva, até porque o principal objectivo deste capítulo é o de somente identificar e enquadrar o Leitor nesta temática antes de, nos próximos capítulos, se iniciar o desenvolvimento do estudo para aspectos mais específicos da especialidade. Por esta razão, existem vários aspectos de pormenor técnico que não são mencionados neste capítulo, sugerindo-se a consulta de bibliografia específica para aprofundamento de alguns dos temas abordados, como por exemplo no que se refere a aparelhos de via.

2.2. GENERALIDADES

Estando o estudo aqui apresentado focado nos aspectos relacionados com a superestrutura da via importa, antes de mais, enunciar e compreender alguns dos princípios base da via-férrea, os quais serão seguramente invocados ao longo do trabalho.

2.2.1. NOÇÕES GERAIS

Atento o atrás exposto, e em primeiro lugar, entende-se por via-férrea o conjunto de elementos que serve de suporte e encaminhamento dos comboios, podendo distinguir-se na via duas partes fundamentais: a Infraestrutura e a Superestrutura.

A superestrutura da via, objecto de estudo deste trabalho, caracteriza-se pelo conjunto formado pelos carris, travessas, balastro, material de ligação e fixação.

A bitola da via, por definição, é a menor distância entre faces interiores dos carris medida 15mm abaixo do plano de rolamento. No que se refere à bitola, as linhas classificam-se em linhas de via normal (cuja bitola é de 1435mm), linhas de via larga (com bitola superior à via normal) e linhas de via estreita (com bitola inferior à via normal). Em Portugal existem linhas com as três bitolas

mencionadas, sendo que a via larga com bitola 1668mm impera (cerca de 2930 quilómetros de linha com esta bitola).

No que se refere ao número de vias, as linhas-férreas podem ser classificadas em via única (linha onde circulam veículos nos dois sentidos, ascendente e descendente), via dupla (linha com duas vias, sendo que a via da esquerda é ascendente no sentido crescente da quilometragem e a via da direita é descendente no sentido oposto) e via quádrupla (duas ascendentes e duas descendentes, sendo que em regra, em cada sentido destina-se uma ao tráfego rápido e outra ao tráfego lento).

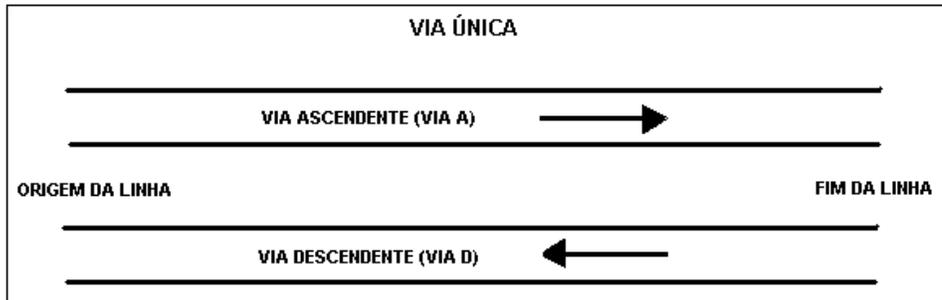


Figura 1 – Esquema de identificação dos sentidos de circulação na via-férrea (VU) (Adaptado de [41])

A entrevia designa-se pelo afastamento entre as faces de guiamento dos carris de duas vias contíguas medidas na horizontal, a qual pode variar em função da velocidade praticada na linha em questão ou de outros condicionalismos, como por exemplo o atravessamento de uma obra de arte (túnel). Nas linhas de bitola 1668mm, o valor da entrevia é de 2140mm.

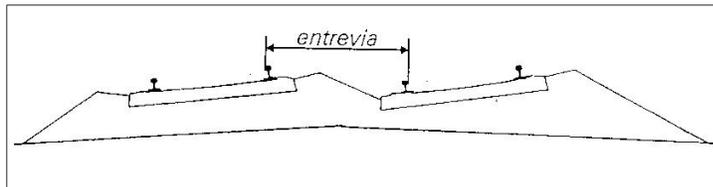


Figura 2 – Entrevia [Adaptado de 41]

Outro conceito importante é o de entreixos que se define pelo afastamento entre os eixos de duas vias contíguas, medido na horizontal. Em regra, a medida de entreixos em recta é igual à soma da entrevia mais duas meias bitolas.

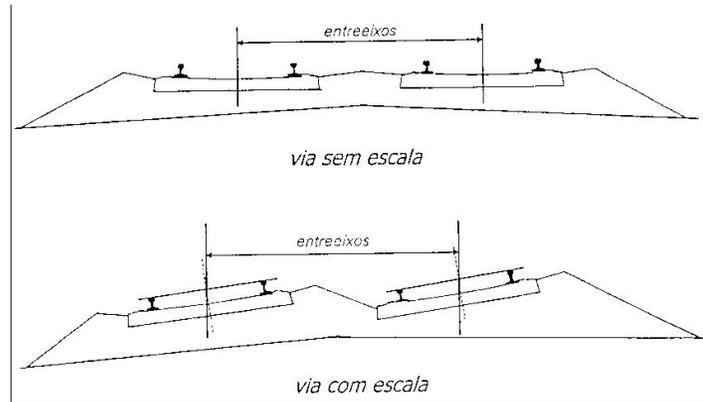


Figura 3 – Entreeixos [Adaptado de 41]

Conhecida vulgarmente por escala, a sobrelevação da via consiste na elevação da fila de carris do exterior da curva, com o objecto de contrariar os esforços transversais resultantes da força centrífuga. O valor da sobrelevação varia na razão directa da bitola de via e do quadrado da velocidade e na razão inversa do raio da curva. O coeficiente prático de escala, varia consoante a sinuosidade de cada linha, ou critérios de cada rede e de outros condicionalismos.

Os carris da via-férrea são assentes com um pequeno ângulo em relação à horizontal, designado por inclinação transversal do carril (vulgarmente, também conhecido por tombo), cujo objectivo é facilitar o ajustamento do carril ao rodado que é de formato cónico e de contrariar os esforços de derrube do carril pelo rodado. O valor da inclinação transversal do carril é de 1/20 e pode ser materializado com recurso a sabotagem das travessas (caso de travessas de madeira), com recurso a chapim metálico com inclinação transversal, com carril de alma inclinada ou com a inclinação transversal a ser assegurada na própria travessa (caso de travessa em betão monobloco).

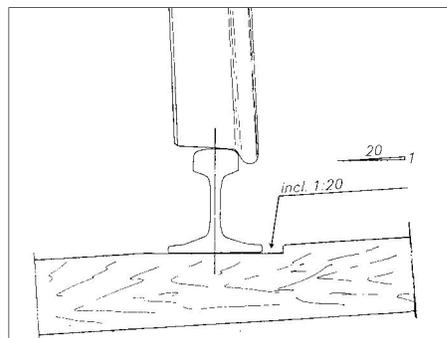


Figura 4 – Inclinação transversal do carril [Adaptado de 41]

Entende-se por perfil transversal tipo o desenho do corte transversal da via onde são indicadas as suas principais características de construção, designadamente os aspectos dimensionais da superestrutura da via como a largura da banquetta do balastro, bitola da via, distância a elementos fixos (postes de catenária, valetas, etc.).

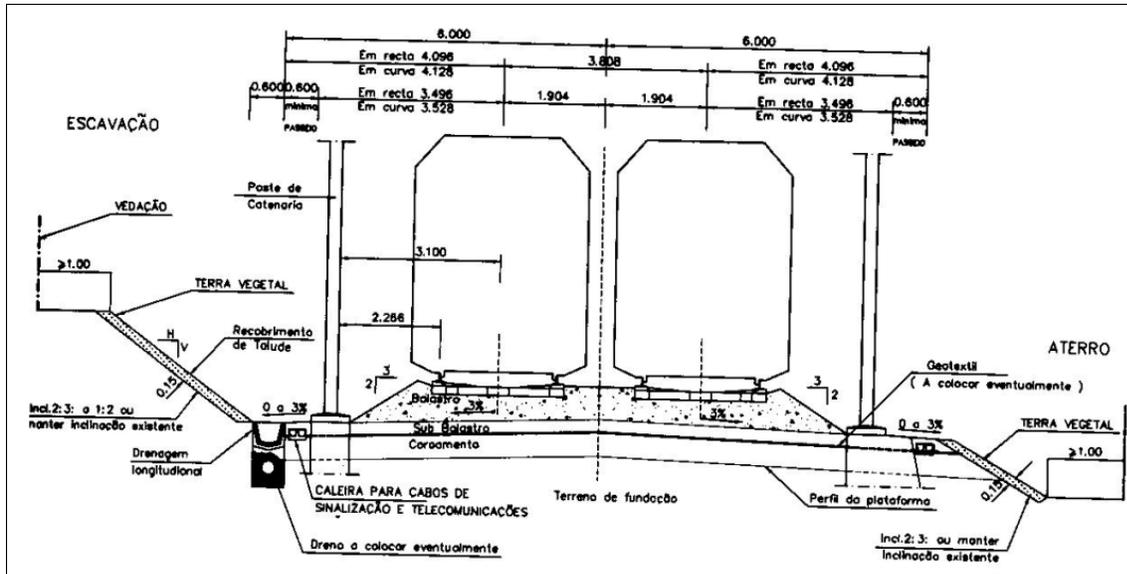


Figura 5 – Corte transversal tipo de uma via férrea em alinhamento recto [Adaptado de 34]

Outro aspecto a tomar em consideração na via é o conceito de *gabari* o qual traduz os normativos reguladores das dimensões limite. Identificam-se dois tipos de *gabarís*: o *gabari* de material (norma que regula as dimensões máximas exteriores do material circulante), podendo este estar em repouso (estático) ou em movimento (cinemático); e *gabari* de obstáculos (norma que regula o espaço mínimo ao longo da via obrigatoriamente livre de obstáculos. Para ambos os *gabarís*, encontram-se definidas dimensões para via larga, via dupla e via estreita, tanto em condições de traçado da via em recta como em curva.

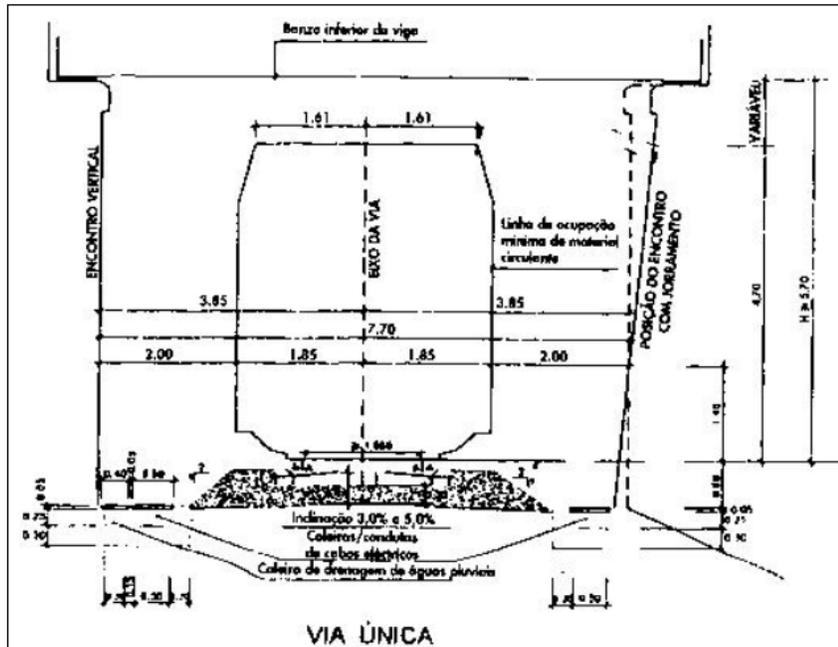


Figura 6 – Gabarís das passagens sobre vias-férreas em alinhamento recto [Adaptado de 34]

2.2.2. MATERIAIS DE VIA

São englobados na designação de material de via os seguintes elementos da superestrutura de via:

2.2.2.1. Balastro

O balastro forma a camada intermédia entre as travessas a plataforma, apresentando a particularidade de ser móvel e por esse motivo permitir a correcção periódica do nivelamento e alinhamento da via. A sua principal função é apoiar as travessas e distribuir as cargas sobre a plataforma da via. Por outro lado, é este material que segura todo o conjunto travessa/carril impedindo o seu deslocamento longitudinal e transversal. O balastro só assegura convenientemente a sua função se for formado de rocha dura, for pesado, apresentar forma angular, tiver superfícies rugosas e estiver limpo de detritos. O balastro apresenta vulnerabilidades relativamente ao ambiente em que se encontra e está sujeito a agressões que podem reduzir a sua qualidade, nomeadamente a acumulação de “pó de pedra” resultante do impacto dos pioches das máquinas pesadas de via, nas usuais operações de ataque e nivelamento e do batimento das travessas de betão provocando desgaste e arredondamento dos inertes, o depósito de terras e lixo sobre o leito da via e o eventual refluxo de detritos finos provenientes da plataforma da via quando instável, razão pela qual deverá merecer uma supervisão atenta e periódica das suas principais características.

A norma NP EN 13450:2005 – Agregados para balastro de vias-férreas, define duas categorias de balastro:

- Balastro Tipo I: para os sistemas ferroviários de alta velocidade¹ e velocidade alta², com coeficiente de desgaste de Los Angeles, LArb inferior ou igual a dezasseis (16);
- Balastro tipo II: para a rede convencional, com coeficiente de desgaste de Los Angeles inferior ou igual a vinte (20)

A categoria do balastro é determinada tendo em conta a sua resistência mecânica e as características granulométricas das partículas constituintes, observadas por intermédio de ensaios perfeitamente normalizados. Para aferir da resistência mecânica do balastro efectua-se ensaios de resistência á fragmentação através do ensaio de Los Angeles (LA) e resistência ao desgaste por intermédio do ensaio Micro-Deval (MeRdb). No que concerne às características granulométricas são realizados ensaios à dimensão do inerte (valores máximos e mínimos do balastro tipo I e II: 31,5-50mm), efectuada uma análise granulométrica, medida a percentagem de partículas finas (0-0,5mm), finos (0-0,063mm) e a forma dos inertes (avaliado índice de achatamento, índice de forma e comprimento das partículas).

O balastro tem que ser obtido exclusivamente de rochas duras e sãs, considerando-se rocha dura e sã aquela que revela elevada resistência á fragmentação e ao desgaste. Por conseguinte, o balastro não poderá ser oriundo de terrenos de cobertura, capas de alteração meteórica (seja superficial ou profunda), zonas pouco consistentes, materiais argilosos ou outros materiais igualmente friáveis. Igualmente estão excluídas proveniências de formação rochosa com xistosidade, foliação, fissibilidade, crenulação, disjunção, mineralizações e encraves. Adicionalmente, as rochas têm de possuir resistência à acção dos agentes atmosféricos. A título exemplificativo, podem fazer parte constituinte do balastro rochas graníticas, gabros, dioritos, doleritos, basaltos e quartzitos, sendo que

¹ Alta Velocidade: linhas preparadas para velocidade iguais ou superiores a 250 km/h

² Velocidade Alta: linhas preparadas para velocidade inferiores a 250 km/h

quaisquer calcários (mesmo solíciosos, subcristalinos ou cristalinos) consideram-se interditos no fabrico deste produto.

No quadro seguinte, identificam-se os limites de aceitação para os valores dos ensaios de aferição das condições do balastro:

Quadro 1 – Valores numéricos das características técnicas do balastro (Adaptado de [1])

		Balastro	
		Tipo I	Tipo II
Resistência mecânica	LA (%)	≤16	≤20
	MDE (%)	≤7	
Granulometria	Fuso Peso acumulado que passa em cada peneiro (%)	100 (peneiro 80mm)	
		100 (peneiro 63mm)	
		70-99 (peneiro 50mm)	
		30-65 (peneiro 40mm)	
		1-25 (peneiro 31,5mm)	
		0-3 (peneiro 22,4mm)	
Partículas finas (%)		≤ 0,6	
Finos (%)		≤ 0,5	
Forma	Índice Achatamento (%)	≤ 15	
	Índice de forma (%)	≤ 10	
	Comprimento (%)	≤ 4	
Elementos prejudiciais (%)		≤ 3	

Na figura seguinte, após ter produção na pedreira, observa-se o aspecto do produto final destinado a aplicar na via-férrea.



Figura 7 – Balastro granítico a aplicar na via-férrea

2.2.2.2. Carril

O aço dos carris é fabricado a partir da junção, em forno, a temperatura superior a 1500°C, de ferro fundido, com sucata de aço, ou “ferro velho”. Nesta operação, de finalização do aço, em que as suas características são apuradas, as siderurgias seguem processos distintos (Siemens-Marin basique, Eléctrico ou Afinação por insuflagem de oxigénio), os quais se referem a uma maneira diferente de atingir o mesmo objectivo que é produzir lingotes de aço de boa qualidade. Depois de pronto, o aço é constituído em cerca de 98% por ferro, sendo os restantes 2% formados em proporções diferentes, por Carbono, Manganês, Silício, Crómio, etc. Consoante a quantidade incorporada e a proporção entre cada um dos elementos anteriores, serão fabricados carris com características mecânicas distintas de maleabilidade, dureza, etc. na operação seguinte denominada por Laminagem. A laminagem é a transformação dos lingotes (blocos) de aço saídos do forno de conversão (eléctrico ou outro) em perfil definitivo por encalcamento progressivo a quente. A qualidade do aço dos carris é requisito essencial para a natureza de utilização e destino de aplicação na via, sendo que um carril de aço duro tem um desgaste três vezes ou mais vezes menor que um aço normal. Foi normalizado pela UIC a seguinte designação para as seguintes qualidade de aço:

Quadro 2 – Qualidades de aço para carril (Adaptado de [41])

Tipo de Aço	Símbolo gravado na alma do carril	Composição Química				Resistência à tracção (N/m ²)
		Carbono (%)	Manganês (%)	Silício (%)	Crómio (%)	
700 (normal)	— —————	0,40 a	0,80 a	0,05 a	-	680 a 830
		0,60	1,25	0,35		
900 A	————— —————	0,60 a	0,80 a	0,10 a	-	880 a 1030
		0,80	1,30	0,50		
900 B	————— ———	0,55 a	1,30 a	0,10 a	-	
		0,75	1,70	0,50		
1100	————— ————— —————	0,60 a	0,80 a	0,30 a	0,80 a	≥ 1030
		0,82	1,30	0,90	1,30	

Os carris são perfis de aço laminado formados de cabeça, alma e patilha. Os carris são caracterizados, essencialmente, pelo seu peso por metro de comprimento podendo encontrar-se carril de 45kg/m (para linhas de tráfego leve), carril de 54kg/m e 60kg/m (para linhas de tráfego pesado) e carril de 71kg/m (para linhas de tráfego muito pesado). A designação convencional adoptada para carril de 54kg/m e 60kg/m, é UIC 54 e UIC 60, respectivamente.

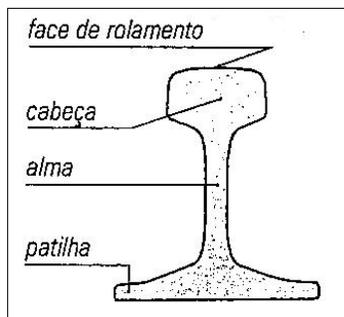


Figura 8 – Perfil de carril UIC 60 (Adaptado de [41])

Os carris são identificados através das marcas em relevo, gravados na alma durante o processo de laminagem, onde consta a seguinte informação: firma do fabricante, tipo de carril, mês e ano de fabrico, método de fabrico, qualidade do aço e eventualmente o sentido do lingote na laminagem (marcado por intermédio de seta). Actualmente, para além das marcações citadas anteriormente, certos carris trazem ainda de fábrica uns caracteres punçoados na alma, permitindo a rastreabilidade do produto pelo fabricante que facilmente e com precisão identifica a data, o molde, a equipa de produção e outros dados relevantes do procedimento de qualidade de fabricação.

Os carris podem ser fabricados com comprimentos muito variáveis sendo que, actualmente, produzem-se com 18m, 32m, 72 e 100m. Importa ter presente a noção de carril com uma unidade formada de uma só peça (sem soldaduras), correspondendo uma barra de carril a uma sucessão de carris soldados (dois ou mais). Em regra, entende-se por barra longa soldada (BLS) uma barra de carril com o comprimento mínimo de 300 metros de comprimento.

Algumas das barras tem uma das faces da cabeça do carril com melhor acabamento, normalmente assinaladas com setas e destinada a ser a face de guiamento devendo por isso ficar para o interior da via.

2.2.2.3. Travessas

As travessas representam o órgão intermédio da superestrutura da via e destinam-se a fixar os carris, manter a bitola e distribuir as cargas sobre o balastro. As travessas podem ser madeira, de betão ou metálicas.

Travessas de madeira

As travessas de madeiras são de fácil fabrico e manuseamento, asseguram um bom nivelamento devido à sua interacção com o balastro, mas nem sempre asseguram uma eficaz fixação dos carris (especialmente observado com o desgaste do material no tempo). O tempo de duração em serviço é muito variável, particularmente dependente das características da madeira no que concerne à densidade e dureza revelada, da capacidade de absorção de imunizante e da durabilidade, e bem assim das exigências de tráfego.

As madeiras mais utilizadas no fabrico destas peças são o pinho, o carvalho e o azobé. As travessas em pinho são indubitavelmente as mais utilizadas pela sua boa relação qualidade/preço comparativamente com as madeiras de carvalho ou até azobé (madeiras importadas). Contudo, no que respeita à

durabilidade e resistência do material as travessas em madeira de azobé apresentam-se como melhor solução, daí serem vulgarmente utilizadas como peças constituintes dos aparelhos de via montados actualmente na via. As travessas em madeira de carvalho, até pelo custo elevado e implicação ambiental associada, estão cada vez mais em desuso nos dias que correm.

As travessas de madeira, quer da gama de via larga ou de via estreita, podem ser:

- De via corrente (destinadas à plena via), normais quando apresentam 14 cm de face de assentamento do carril ou rectangulares quando têm 20 cm na face superior,
- De aparelho de via, para aplicar em aparelhos de via;
- De ponte, para aplicar em pontes metálicas ou de betão não balastradas;

No quadro seguinte apresentam-se as principais características dimensionais e de peso das diferentes tipologias das travessas de madeiras.

Quadro 3 – Características dimensionais/peso das travessas de madeira

Tipo	Gama	Qualidade	Traçado	Comprimento (m)	Dimensões		
					Largura (m)	Altura (m)	Peso (kg)
Via corrente	Via larga			2,60 ou 2,80	0,26	0,13	70 ou 75
	Via estreita			1,85	0,24	0,12	43
Aparelho de via	Via larga	Pinho		Variável de 0,20 em 0,20 desde 2,80 a 5,20	0,26	0,14	310
		Azobé		Variável de 0,20 em 0,20 desde 2,80 a 5,20	0,26	0,16	210
Ponte	Via larga	Pinho	Em recta	2,60 ou 2,80	0,26 ou 0,30	0,14	-
			Em curva	2,60 ou 2,80	0,26 ou 0,30	Variável	-
	Via estreita		Em curva	1,80	0,28	Variável	-

No sentido de assegurar o assentamento dos carris com a inclinação transversal devida, procede-se á sabotagem que se traduz no corte de dois entalhes nas travessas de madeira, podendo ser executado por meios manuais (em casos especiais) ou por meios mecânicos em fábrica. As mesas de sabotagem, tal como os furos (perpendiculares à mesa de sabotagem) são feitas com a configuração e dimensões adequadas ao tipo de carril e de fixação. Toda a furação deve ser completa, atravessando toda a

travessa, permitindo assim o escoamento das águas. O afastamento entre furos varia consoante o tipo de material e o tipo de pregação que pode ser pregação rígida simples, pregação rígida reforçada, pregação com garra e plaquet ou pregação com chapim metálico (para carril UIC54 ou UIC60).

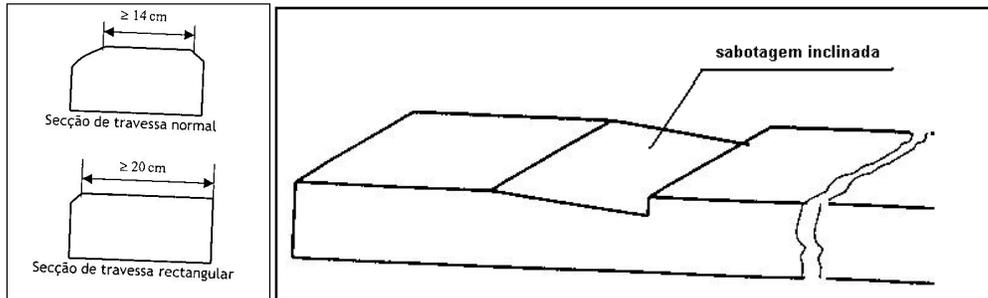


Figura 9 – Características das travessas de madeira (Adaptado de [41])

Para sua identificação as travessas de madeira – via corrente – trazem gravado de fábrica a indicação do ano de fabrico, indicação da bitola para que foram furadas e indicação do tipo de carril.

Travessas de Betão

As travessas de betão são as mais utilizadas na actualidade porque, para além de serem fabricadas a partir de matéria-prima inesgotável, asseguram uma boa fixação, uma boa estabilidade da via graças ao seu elevado peso e características de grande durabilidade. Estas travessas, que são obtidas por moldagem de betão, são fabricadas para um determinado sistema de fixação dos carris, funcionando apenas para esse tipo de fixação ou outro compatível. As sobrelarguras da via, quando necessárias, são obtidas na montagem dos carris por intermédio de diferentes combinações de peças de fixação.

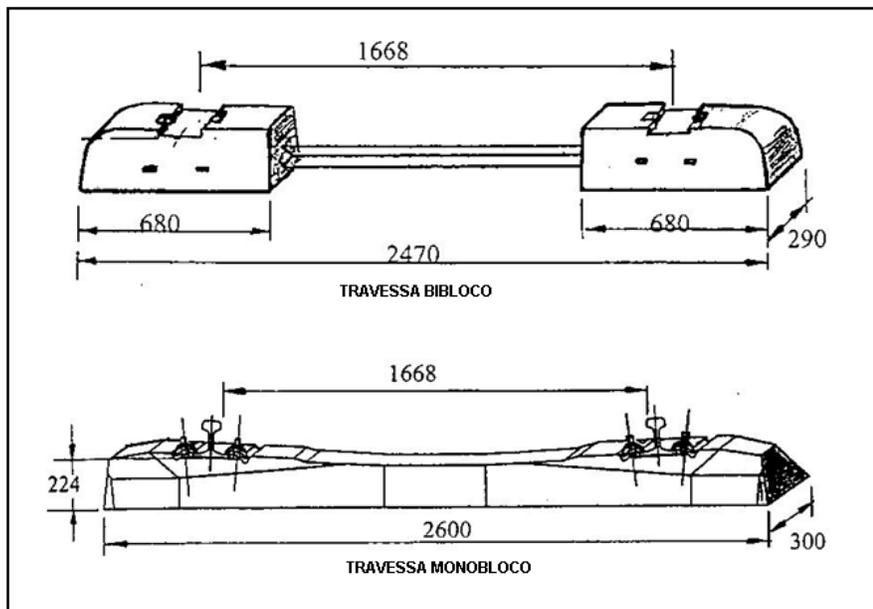


Figura 10 – Travessas de betão bibloco/monobloco (Adaptado de [41])

As travessas de betão podem ser:

- De via corrente, monobloco (formadas por um só bloco de betão armado, pré-esforçado), bibloco (formada por dois blocos de betão armado ligados por um perfil de aço) ou polivalentes (travessa semelhante à monobloco mas com a particularidade de possuir sedes de fixação aptas para bitola ibérica ou bitola europeia);
- De aparelho de via, para aplicar em aparelhos de via (formadas por bloco único armado e pré-esforçado);

No quadro seguinte registam-se as principais características dimensionais e de peso das diferentes tipologias das travessas de betão.

Quadro 4 – Características dimensionais/peso das travessas de betão

Tipo	Designação	Dimensões			
		Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Peso (kg)
Via corrente	Monobloco	2,60	0,30	0,224	295
	Bibloco	2,47	0,29	0,205 ou 0,197	190
	Monobloco Polivalente	2,80 a 5,20	0,26	0,14	318
Aparelho de via	-	Variável de 0,20 em 0,20 desde 2,80 a 5,20	0,30	0,22	162

Pela aplicação cada vez mais frequente em linhas novas do nosso país, julga-se importante fazer referência à travessa de betão monobloco polivalente, que têm a dupla funcionalidade de servir tanto a bitola ibérica como a bitola europeia, podendo esta valência ser objectivada apenas com a alteração do posicionamento da fixação, conforme se verifica pela figura que se segue.

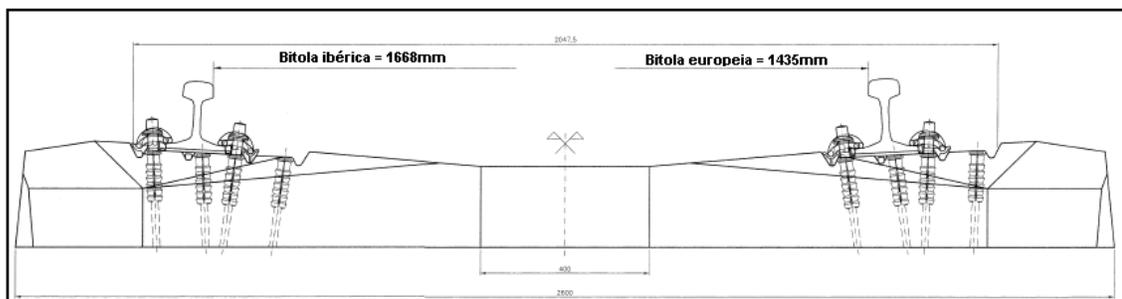


Figura 11 – Travessa de betão monobloco polivalente

Travessas metálicas

Começaram a ser fabricadas no princípio do século XIX, mas actualmente praticamente já não se produzem, uma vez que não são indicadas para velocidades elevadas porque não garantem a qualidade de nivelamento e alinhamento exigidos. As travessas metálicas podem ser de vários tipos: constituídas por dois blocos fendidos, unidos por cantoneira de aço; travessa metálica monobloco, em aço laminado com uma geometria que tenta conseguir uma ampla superfície de apoio; travessa de junta dupla, de origem alemã, tem um nervo central inferior para evitar deslizamento do balastro; e a travessa V, desenvolvida pelos ingleses, que possuiu uma resistência maior ao deslocamento em via. Os sistemas de fixação são semelhantes aos utilizados nas travessas de betão bibloco.

2.2.2.4. Material de Fixação

O transporte ferroviário moderno é caracterizado pela circulação de grandes quantidades de carga, em veículos muito pesados e elevadas velocidades em vias com pouco manutenção. Este tipo de exploração exige uma superestrutura de via muito pesada com um sistema de fixação carril/travessa robusto e flexível.

Os antigos sistemas, de fixação rígida, onde não há intervenção de materiais elásticos, não garantem aperto permanente do carril e permitem deslocamento longitudinal deste. É o chamado caminhamento dos carris, conhecido por “cancro do caminho ferro”. Não obstante, estão ainda em serviço em várias linhas.

Existem diversos sistemas de fixação, também designada de pregação do carril à travessa, ou a qualquer outra forma de apoio destes, das quais se destacam os seguintes:

- **Pregação rígida**

O aperto do tirefond é dado directamente sobre a patilha do carril, de modo a não romper as fibras da madeira. A pregação pode ser reforçada (6 tirefonds por travessa) ou simples (4 tirefonds por travessa).

- **Pregação elástica**

Este sistema de fixação engloba uma palmilha em material elástico sob o carril e grampos de aço de mola que asseguram o aperto permanente do carril. Existem no mercado diversos tipos de fixação elástica. Salvo algumas excepções, todos estes sistemas requerem um aperto controlado, sendo que um aperto insuficiente poderá não garantir uma fixação eficaz e um aperto exagerado poderá anular o efeito de flexibilidade requerido danificando os filetes da rosca da madeira, nuns casos ou da bucha plástica, noutros.

No quadro que se segue resumem-se alguns dos sistemas mais utilizados, especificando-se algumas das características principais dos mesmos.

Quadro 5 – Sistemas de Pregação Elástica

Sistema	Aplicação em	Equipamento por travessa	Aperto
Com Garra e Plaquete	Travessa de madeira	2 palmilhas de borracha; 6 plaquetes; 6 garras em aço de mola; 6 tirefonds;	Folga de 2 a 3/10 mm entre a garra e a patilha no 2.º contacto
Com chapim Metálico e Garra RN	Travessa de madeira	2 chapins metálicos; 2 palmilhas de borracha; 6 garras em aço de mola; 6 tirefonds para chapim metálico;	Folga de 2 a 3/10 mm entre a garra e a patilha no 2.º contacto.
Com chapim Metálico e Garra Nabla	Travessa de madeira	2 chapins metálicos; 2 palmilhas de borracha; 4 garras em aço de mola; 4 tirefonds para chapim metálico;	Folga de 0 a 4/10 mm entre a garra e a patilha no 2.º contacto.
Pregação RNP/GUIDE/PRX	Travessa de betão bibloco	2 palmilhas de borracha; 4 grampo PRX; 4 isoclipés; 4 chapas de reforço; 4 parafusos com porca e anilha;	Folga de 2 a 3/10 mm entre a garra e a patilha no 2.º contacto (15 a 20 m.Kgf).
Pregação RN com Grampo Nabla	Travessa de betão bibloco	2 palmilhas de borracha; 4 placas isoladoras Nabla; 4 grampos Nabla; 4 parafusos com porca e anilha;	Anular a folga entre a garra e a placa isoladora.
Pregação CIL	Travessa de betão bibloco	2 palmilhas de borracha; 4 grampos CIL (em nylon); 4 chapas em aço de mola; 4 parafusos (Ø 18) com porca e anilha;	Anular a folga entre a chapa de aço e o grampo.
Pregação CIL com Grampo Nabla	Travessa de betão bibloco	2 palmilhas de borracha; 4 placas isoladoras Nabla; 4 garras Nabla; 4 parafusos (Ø 18) com porca e anilha;	Anular a folga entre a garra e a placa isoladora.
Pregação VOSSLOH	Travessa de betão bibloco ou monobloco (via corrente ou aparelhos)	2 palmilhas de borracha (esp. 5mm); 4 placas angulares de apoio; 4 grampos em aço de mola; 4 tirefonds para travessa de betão via corrente;	Anular a folga entre o grampo e a placa angular de apoio.
Pregação PANDROL	Travessa de betão, metálica ou madeira	2 palmilhas; 4 placas isoladoras; 4 grampos pandrol (aço de mola);	Assegurado com a introdução do grampo no olhal da sede de fixação da travessa ou do chapim metálico.

Fixação tipo “k”	Aparelhos de via, tabuleiros metálicos, tabuleiros de betão não bastrados ou via sem travessas	Chapim metálico (pode ser com inclinação transversal); Palmilha; Garra K; Parafuso de gancho com anilha de mola e porca; Tirefond com anilha e mola;	Até encostar em três pontos, as espirais de anilha e mola;
Fixação VOSSLOH com chapim metálico	Travessa de betão ou madeira	Chapim metálico (pode ser com inclinação transversal); palmilha; Grampo vossloh para chapim metálico (SKL 12); Parafuso de gancho com anilha de mola e porca; Tirefond;	Anular a folga entre o grampo e a placa angular de apoio.
Fixação VOSSLOH	Via sem travessas	Almofadas plásticas; Chapim metálico com inclinação transversal; Fixação do chapim á caixa metálica (grampo SKL 11); Fixação da caixa metálica á soleira;	Anular a folga na curvatura central do grampo SKL 11 (25kg.m).
Fixação Nabra G3	Aparelhos de via	Chapim metálico; Palmilha; Grampo Nabra G3; Parafuso de gancho com anilha de mola e porca;	
Fixação Schwiag	Aparelhos de via	Coxim sistema schwiag; Grampo schwiag;	Assegurada pela tensão de flexão do grampo quando em posição de trabalho;

Existe também a designada fixação permissiva, que tem como objectivo consentir algum deslocamento longitudinal dos carris, no caso por exemplo dos aparelhos de dilatação. Esta fixação é caracterizada por não haver palmilha entre o carril e o chapim. Noutros casos há palmilha, mas é separada por uma chapa de aço inoxidável assegurando a situação acima mencionada.

Em casos especiais como os aparelhos de via, tabuleiros metálicos, tabuleiros de betão não balastrados ou via sem travessas, é possível encontrar outras fixações em que o carril é fixo a um chapim metálico com parafusos de gancho, as denominadas fixações indirectas. O chapim é fixo às travessas ou ao tabuleiro por tirefonds. Este sistema é conhecido por fixação tipo “k”.

As pregações elásticas abundam o panorama ferroviário nos dias correntes, pela sua enorme resistência mecânica e amplitude de elasticidade relativamente às restantes pregações. Neste cenário, refere-se a pregação VOSSLOH que é seguramente a mais utilizada nas travessas de betão actualmente (aplicação em Portugal há já cerca de 20 anos). Contudo, a pregação NABLA, apresenta-se também como uma boa solução e de grande desempenho técnico nas travessas de betão e madeira.

Na figura seguinte apresentam-se alguns exemplos de fixações de via.

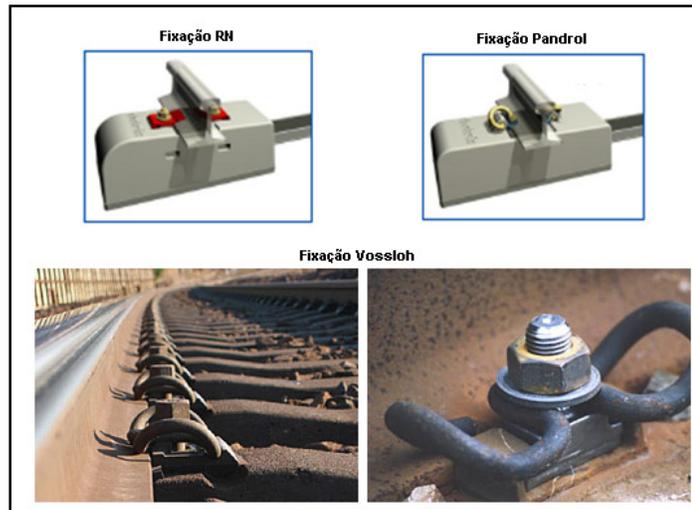


Figura 12 – Exemplos de sistemas de pregação elástica [Adaptado da Web]

2.2.2.5. Material de Ligação

A continuidade física entre barras de carris, sejam eles curtos ou longos, é estabelecida por intermédio de juntas de carris, que pode ser estabelecida de diversas maneiras. Um dos aspectos que influencia a decisão sobre o tipo de junta a implementar prende-se com o propósito que a mesma assume na via, isto é, o carácter de permanência (provisória ou definitiva).

Assim, identificam-se quatro (4) tipos de junta possíveis:

- Junta soldada, cuja ligação entre carris é efectuada com recurso a soldadura;



Figura 13 – Junta de carris soldada

- Junta tradicional, cuja ligação é assegurada por barretas metálicas (composta por 2 barretas de quatro ou seis furos e parafusos com porca e anilhas em número de 4 ou seis, respectivamente);
- Junta Isolante Normal (JIN), que estabelece a separação eléctrica dos carris (formada por 2 barretas isolantes de madeira lamelada, 1 topo isolador, 4 barras metálicas e 4 parafusos para junta isolante com porca e anilha);



Figura 14 – Material para execução de Junta isolante normal [Web]

- Junta Isolante Colada (JIC), que também assegura a separação eléctrica dos carris e é essencialmente instalada em linhas com tráfegos de alta velocidade, elevadas cargas por eixo, elevados gradientes de temperatura e altos custos de manutenção (constituída por 2 barretas metálicas para JIC, 1 topo isolador, 6 parafusos de alta resistência com porca e anilha, 6 casquilhos de nylon para isolar os parafusos, telas isolantes e resina epoxy).

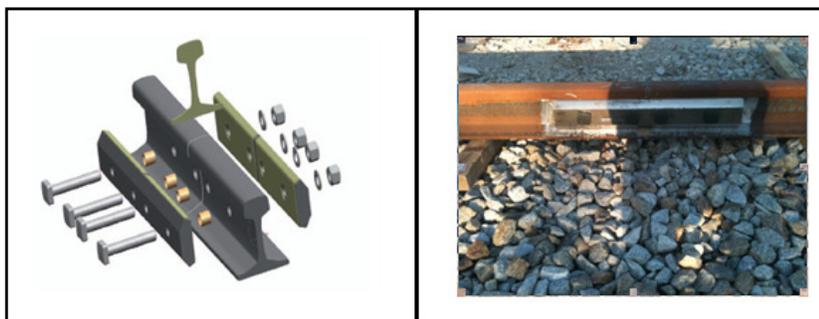


Figura 15 – Junta isolante colada [Adaptado da Web]

2.2.3.EQUIPAMENTOS DE VIA

Os equipamentos mecânicos utilizados nas operações de construção, renovação e conservação/manutenção da via são inúmeros e apresentam diversas funcionalidades, consoante a natureza e função a que se destinam. Neste capítulo, conforme já explicado no item 2.1. (Enquadramento), apenas se identificam os principais equipamentos utilizados no âmbito desta especialidade, remetendo-se para anexo algumas imagens exemplificativas dos mesmos. A função de cada equipamento (sobretudo dos mais relevantes) e sua interacção no processo construtivo da superestrutura da via será apresentada e compreendida através dos próximos capítulos.

Assim sendo, podem-se considerar os seguintes grandes grupos no tocante aos equipamentos de via - equipamentos pesados, equipamentos de transporte, equipamentos ligeiros, equipamentos de tracção e equipamentos auxiliares – sobre os quais serão tecidas algumas considerações genéricas no subcapítulo respectivo.

2.2.3.1. Equipamentos Pesados

Nos equipamentos pesados, destacam-se os seguintes identificando-se resumidamente a respectiva função:

- Atacadeira mecânica de via: equipamento através do qual se procede ao levante e ataque da via, comprimindo o balastro sob as travessas na prumada das filas de carril por acção dos “pioches” da máquina. Este equipamento serve também para colocar a via na posição definida em projecto, fazendo cumprir com as tolerâncias exigíveis para os parâmetros geométricos preconizados para a linha em questão;;
- Regularizadora: equipamento que procede à perfilagem de banquetas e limpeza da via;
- Estabilizadora: equipamento que executa a consolidação do perfil de balastro da via através de vibração mecânica;
- Desguarnecedora: substituição de balastro usado da via por balastro novo ou devidamente depurado;
- Equipamento de soldar eléctrico: equipamento pesado para realizar soldaduras eléctricas de carril assentes na via;
- Esmeriladora: equipamento utilizado na via para proceder à esmerilagem preventiva do desgaste ondulatorio do carril;
- Veículos de inspecção: equipamento que efectua a inspecção à via, observando os principais parâmetros geométricos e concluindo da conformidade da mesma face às tolerâncias mínimas exigíveis para linha em causa.

2.2.3.2. Equipamentos de Transporte

Relativamente aos equipamentos de transporte, identificam-se como mais importantes aqueles que se seguem:

- Vagões plataforma: utilizados para transportar materiais para o local dos trabalhos (vulgarmente são utilizados no transporte de carris com comprimentos variáveis 72m, 144m);
- Vagões de detritos: utilizados para transporte de resíduos sobranes do local de trabalhos, podendo ser acoplados (operando em conjunto) a outros equipamentos já referidos como a desguarnecedora;
- Vagões balastreiros: utilizados no transporte de balastro para o local de trabalhos. A capacidade de transporte dos vagões depende das características intrínsecas do equipamento, centrando o valor médio na ordem das 40-45 toneladas;
- Vagões de transporte especial: utilizados no transporte de material especial para ou do local de trabalhos (por exemplo: aparelhos de via).

Para além dos identificados, assinalam-se ainda outros que fazem também parte desta categoria como sejam os Vagões Cisternas, os Vagões Fechados tipo “J” e Vagões de Passagem tipo “relé”.

2.2.3.3. Equipamentos Ligeiros

No que diz respeito aos equipamentos ligeiros podemos também encontrar uma larga gama de variedade e aplicação, designadamente:

- Tirefonadoras: utilizados no aperto das fixações das travessas, executando a força correspondente ao binário de aperto definido para o tipo de pregação aplicada;

- Equipamento de furar carril: usado na furação dos carris ou travessas de madeira;
- Equipamento de cortar carril: utilizado no corte de carril em fracções com comprimentos variáveis;
- Equipamentos de soldadura: equipamento específico para executar soldaduras aluminotérmicas em plena via, ou em aparelhos de via;
- Grupo ligeiro de ataque: equipamento utilizado para proceder ao ataque manual da via, normalmente colocado sob reserva do ataque mecânica, caso este avarie, ou usado em situações pontuais;
- Lorys: equipamento utilizado no transporte de materiais e ferramentas ligeiras para o local dos trabalhos;
- Gueija: equipamento de medição utilizado para medir bitolas e escala da via;

2.2.3.4. Equipamentos de Tracção

Os equipamentos de tracção convencionalmente utilizados são as locomotivas, que podem ser alimentadas a diesel ou electricamente. Existem equipamentos de tracção de diferentes e variadas gamas, como sejam as da série 1500, da série 4700, etc.

2.2.3.4. Equipamentos Auxiliares

Quanto aos equipamentos auxiliares, mencionam-se apenas alguns e aqueles que são os mais significativos e usualmente utilizados nesta área, como sejam:

- Pórticos de substituição: utilizados em operações de renovação de via, substituindo material usado por material novo;
- Posicionadores de carril: utilizados frequentemente em operações de ripagem de aparelhos de via desde a posição de pré-montagem até à posição definitiva preconizada em projecto;
- Rail-Route: é um dos equipamentos mais utilizados na construção ferroviária, pela sua versatilidade e operacionalidade (tanto circula em estrada como sobre os carris, sendo o braço articulado capaz de deter pinças, balde, etc.);

2.2.4. APARELHOS DE VIA

2.2.4.1. Generalidades

Os aparelhos de via são equipamentos/dispositivos especiais aplicados na via, que apresentam diversas particularidades face aos restantes materiais de via, e que servem para suporte e guiamento de veículos. Estes equipamentos, em virtude da função a que se destinam, podem ser de diferentes tipos, dos quais se destacam os seguintes: Mudança de Via Simples, normalmente designado de Aparelho de Mudança de Via (AMV); Mudança de Via Dupla; Atravessamento Oblíquo (ATO); Atravessamento Rectangular (ATR); Transversal de Junção Simples (TJS); Transversal de Junção Dupla (TJR); Comunicação ou “S” de Ligação (COM); Comunicação Dupla ou “Bretelle”; Charriot; Placa Giratória; e Aparelhos de Dilatação;

2.2.4.2. Aparelhos de Mudança de Via

O aparelho de mudança de via é dos dispositivos de via mais importantes e mais utilizados no universo ferroviário, uma vez que permite o desvio do material circulante de uma via para outra, através da manobra das agulhas. Nesta categoria, destacam-se os aparelhos de mudança de via simples (aparelho do qual deriva uma única via) e mudança de via dupla (aparelho do qual derivam duas vias). Em função do lado para o qual os veículos desviam, os aparelhos podem ser direitos, esquerdos ou simétricos (quando deriva os veículos para a direita e esquerda com o mesmo ângulo).

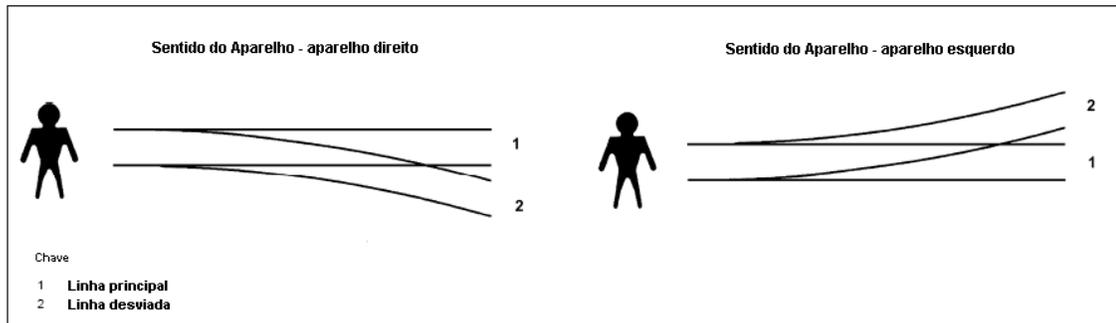


Figura 16 – Sentido dos AMV's (Adaptado de [4])

No que concerne à constituição do aparelho de mudança de via, este é formado pelas seguintes partes distintas:

- Grade de agulha: é a parte do aparelho que através da movimentação das lanças faz o desvio dos veículos, sendo constituída por duas lanças, duas contra-lanças, varinhas de ligação e transmissão, aparelho de manobra, travessas e material de fixação e ligação;
- Grade intermédia: é formada por carris, travessas e material de fixação e ligação;
- Grade da Cróssima ou Cruzamento: é a parte do aparelho que permite a intercepção do carril da via desviada com o da via directa, sendo formada por cróssima, contra-carris da cróssima, travessas e material de fixação e ligação.

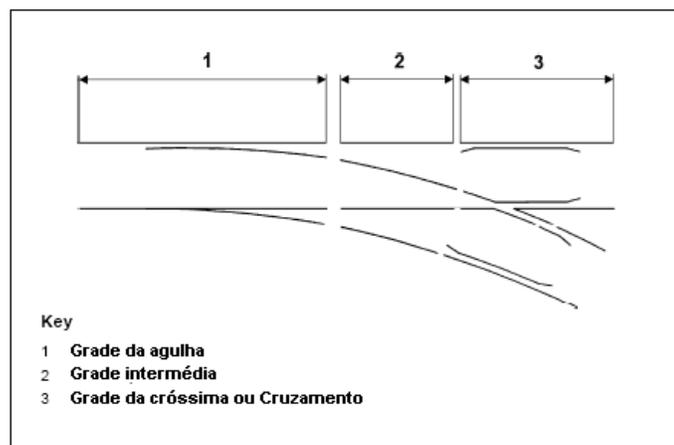


Figura 17 – Constituição do Aparelho de Mudança de Via (Adaptado de [4])

Estas três partes singulares são ligadas por soldadura ou barretas depois do AMV estar assente no local definitivo.

Actualmente, os aparelhos de mudança de via de última geração já possuem inclinação transversal nos carris que os constituem (inclinação 1:20), tendo sido por isso destituído as denominadas GTI (grades de transição de inclinação) que eram um conjunto de quatro travessas de betão ou madeira em que a mudança de inclinação era assegurada por 4 tipos de chapim com inclinações diferentes e graduais (1:26, 1:40, 1:80 e zero) localizadas à entrada e saída dos aparelhos de anterior geração que não detinham esta valência (especialmente para velocidades praticadas superiores a 80 Km/h).

Grade de agulha

Na grade de agulhas que pode ser esquerda, direita ou simétrica, consoante o sentido do AMV a que pertence, há que distinguir especialmente o *conjunto lança curva(2)/contra-lança recta(1)* e o *conjunto lança recta(3)/contra-lança curva(4)*, tal qual identificado na figura que se segue:

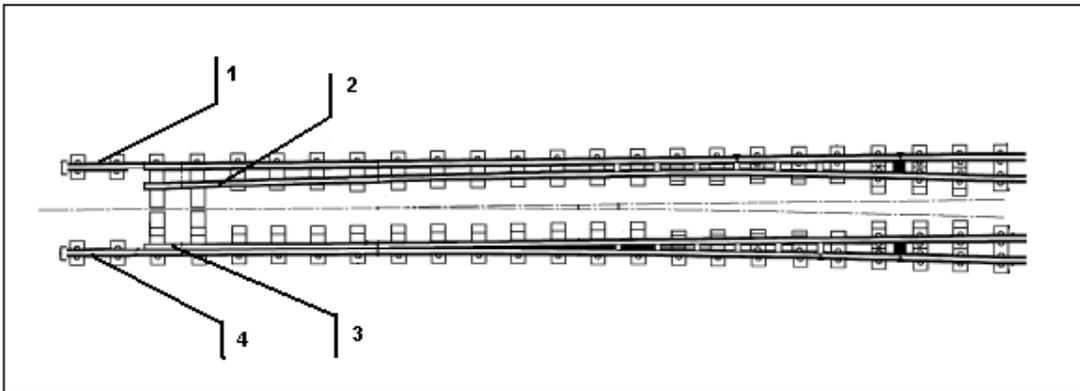


Figura 18 – Conjuntos lança / contra-lança do AMV (Adaptado de [4])

As contra-lanças são feitas em perfil de carril, podendo ser de diferentes gamas (carril UIC 54, perfil ZU1 60, ZU1 54, etc.), sendo fixadas com recurso a todo o tipo de fixação normalmente usada na via. As lanças trabalham (abrem e fecham) em cima dos coxins de escorregamento que deverão ser habitualmente lubrificados, com excepção dos casos em que o aparelho detém um sistema Austroroll (em que existem roletes fixados às travessas que suportam as lanças durante a deslocação na posição de abertas) ou Coxins de Esferas Autolubrificadas (em que o próprio coxim dispõe de duas ou mais esferas que suportam a lança durante a deslocação e na posição de abertas). Quer os roletes, quer as esferas trabalham alguns milímetros acima dos coxins proporcionando a deslocação por rolamento, sem lubrificação e com menos atrito.

Um dos aspectos importantes desta peça do AMV, é o sistema de aferrolhamento que traduz o mecanismo com que se assegura o encosto eficaz da lança à contra-lança logo após a movimentação das lanças, em razão da passagem de circulações no aparelho. O sistema de aferrolhamento serve, por isso, para manter a lança encostada á contra-lança, enquanto estiver imobilizado o aparelho de manobra. Existem vários sistemas no mercado, destacando-se os seguintes:

- Aferrolhamento de esquadro: modelo incorporado na grade da agulha, ligado à varinha de ligação, que “abraça” a contra-lança depois de concluído o curso das lanças (espaço percorrido pelas lanças da posição de encosto até á abertura máxima);
- Aferrolhamento de agrafe: modelo também incorporado na grade da agulha, que funciona como o esquadro com a diferença de que o trinco se faz por encosto do grampo de fecho simultaneamente, á extremidade da gaveta de fecho e à face da varinha de ligação;
- Aferrolhamento independente: sistema independente que é acrescentado ao existente (agrafe ou esquadro) como reforço de segurança. Consiste na introdução duma alavanca num dos olhais da varinha de ligação das lanças após o encosto, ficando esta “alavanca de fecho” manobrada por um aparelho de manobra específico;
- Aferrolhamento de caráter: utilizado em linhas de alta velocidade.

Para fazer movimentar as lanças no AMV, o dispositivo responsável é o aparelho de manobra que pode ser motorizado quando comandado à distância (funciona normalmente conjugado com o sistema de sinalização e de encravamento de agulhas e sinais) ou manual (balanço com cadeado bouré).

Grade de Cróssima

A cróssima é a peça do aparelho de mudança de via que permite o cruzamento dos verdugos dos rodados com a outra fila de carris, onde se identificam os seguintes elementos mais importantes: patas de lebre, coração, garganta, lacuna (zona da cróssima onde falta o guiamento do rodado), ponta matemática (ponto de intercepção dos alinhamentos correspondentes às faces de guiamento dos carris que se cruzam), ponta real ou bico da cróssima e talão.

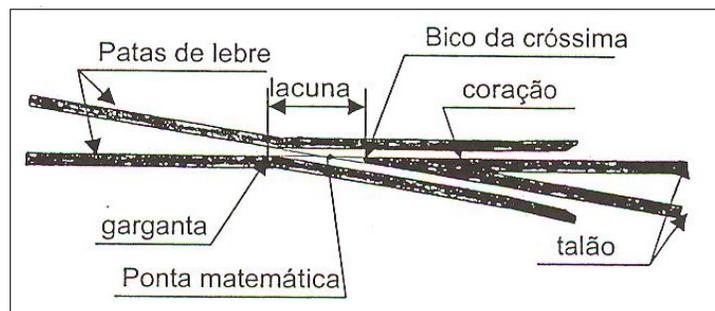


Figura 19 – Elementos da Grade da Cróssima (Adaptado de [41])

Existem diferentes tipos de cróssima em função do modo de fabrico, de fracções de carril (formadas por quatro fracções de carril maquinadas e ligadas por parafusos e soldadura), de alma cheia ou mista (formadas por coração em aço vazado e patas de lebre em fracções de carril), monobloco (formada por uma peça única em aço vazado), perfil bloco (formada por patas de lebre e antenas em perfil de carril sendo o coração em aço vazado) e de coração móvel (utilizadas em linhas de alta velocidade em que o coração desliza e encosta ora na via desviada, ora na via directa, para a passagem do material circulante, eliminado assim a lacuna ou falsa via usualmente existente nas restantes soluções). O conceito de contra-carril da cróssima é muito importante nesta peça do aparelho, uma vez que é este elemento o responsável por fazer o guiamento dos rodados na zona da lacuna (impedindo a perda de

itinerário e o descarrilamento) e bem assim proteger o bico da cróssima. O comprimento dos contra-carris pode variar dos 3 metros aos 8 metros em função do comprimento do aparelho e velocidade praticada.

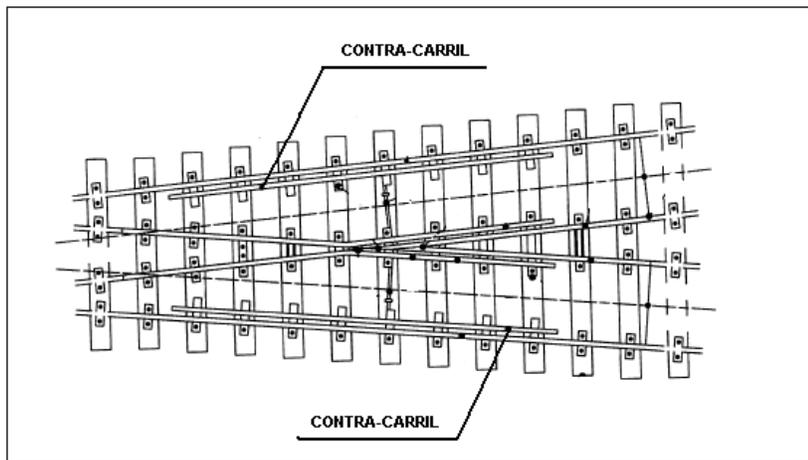


Figura 20 – Contra-Carril da Cróssima (Adaptado de [4])

Os aparelhos de via são identificados pela sua tangente, que corresponde á tangente do ângulo formado pelos eixos das respectivas vias, ao talão. Por sua vez, a tangente da cróssima, é a tangente do ângulo formado pelas duas faces de guiamento da cróssima ao talão. No caso de uma cróssima recta, a tangente é a sua abertura por metro, enquanto que numa cróssima curva o ângulo aumenta da junta da garganta para o talão. Sob o ponto de vista geométrico, os AMV's podem ser agrupados em quatro grupos:

- Um raio e cróssima curva (1RCC), também designados de geometria ALPINE, cuja via desviada descreve uma raio único, desde a junta da contra-lança até ao talão, incluindo a cróssima que é curva com o mesmo raio (por exemplo tg. 0,11 – R350) ;
- Um raio e cróssima recta (1RCR), com raio único até á cróssima que é recta (por exemplo tg. 0,045 - R1200);
- Dois raios e cróssima recta (2RCR), também designados por geometria CP, correspondem a aparelhos que têm um raio na grade da agulha, outro no ramo intermédio e a cróssima recta (por exemplo tg. 0,13 – R250/180);
- Um raio Clothoide (1R cl), aparelhos de nova geração que são desenhados com um raio que começa na JCL e se estende, num comprimento variável conforme a tangente, seguido de uma curva de transição (clothoide) que termina em recta ou num raio maior, sendo a cróssima curva;

Quanto à forma de inserção no traçado da via, os aparelhos podem ser classificados, geometricamente de: recto (quando a via directa está inserida em alinhamento recto, podendo ter cróssima recta ou curva) ou encurvado (CIN ou CEX, quando a curva da linha desviada fica no interior ou exterior da curva da linha directa, respectivamente).

2.2.4.3. Aparelhos de Dilatação

Os aparelhos de dilatação são dispositivos que servem para absorver as dilatações e contracções das zonas de respiração das BLS e/ou de pontes metálicas. Por essa razão, são colocadas nas extremidades das barras longas soldadas, em plena via quando a barra é interrompida, junto das pontes (do lado do apoio(s) móveis para favorecer a dilatação das barras em simultâneo com as pontes, nos extremos dos túneis.

Os aparelhos de dilatação podem ser de diferentes tipos:

- **Unidireccional:** que são assentes onde termina a BLS e começa a barra curta, permitindo a deslocação de uma só lança. A dilatação/contracção máxima conseguida é de 200mm sendo, contudo, os valores normais substancialmente inferiores

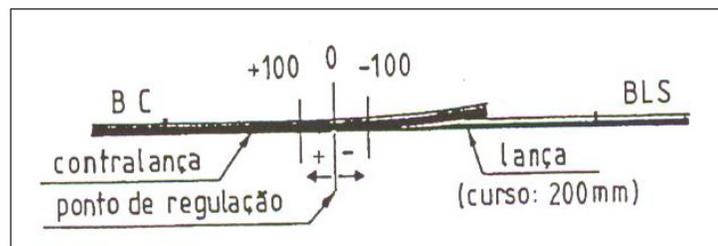


Figura 21 – AD unidireccional [41]

- **Bidireccional:** que são assentes entre duas BLS, permitindo a deslocação de duas lanças. A dilatação/contracção máxima conseguida é de 200mm (100mm em cada lança).

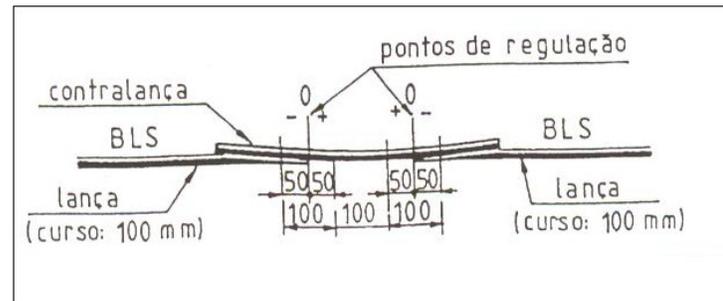


Figura 22 – AD bidireccional [41]

- **Martinet:** que são bastante mais curtos que o aparelho bidireccional normal. Neste caso, a dilatação/contracção máxima conseguida é de 180mm (90mm em cada lança).

3

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA VIA

3.1. PARÂMETROS GEOMÉTRICOS: CONCEITOS

A qualidade da geometria da via está intimamente relacionada com os parâmetros geométricos da via, cujos valores limite obedecem a especificações técnicas fixadas em normas. A capacidade de desempenho da via (velocidade máxima permitida, nível de conforto e segurança dos passageiros, etc.) são avaliadas em função dos valores medidos daqueles parâmetros, que por vezes são reveladores de defeitos de construção, falta de conservação, desgaste ou deterioração da qualidade da via.

Neste capítulo, descrevem-se os principais e mais importantes parâmetros de via, bem como as tolerâncias mínimas exigíveis e definidas nos normativos REFER (designadamente, a IT.VIA.018 - Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via que tem por base as normas europeias EN 13231, “Railway applications – Track – Acceptance of works” e EN 13848, “Railway applications – Track – Track geometry quality”).

3.1.1. BITOLA

A bitola é indicadora de qualidade de construção e sobretudo do estado de conservação da via. É um parâmetro de via cujos eventuais defeitos detectados são normalmente, reflexo de desgaste e degradação dos materiais e/ou avaria doutros parâmetros.

3.1.1.1. Bitola Pontual

A bitola da via, por definição, é a menor distância G compreendida entre as faces internas da cabeça de dois carris adjacentes, medida no ponto P a uma distância Z_p da mesa de rolamento do carril.

A figura seguinte procura ilustrar este conceito:

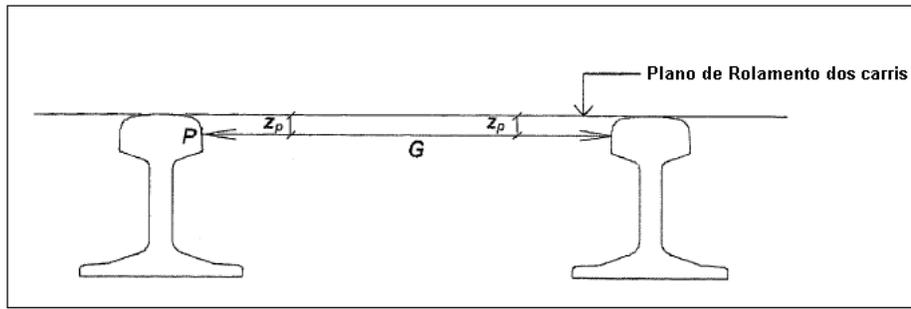


Fig.23 – Bitola (Adaptado de [4])

No presente estudo, faz-se referência apenas a duas bitolas, designadamente:

- Linhas de via normal: 1435 mm;
- Linhas de via larga: 1668mm;

3.1.1.2. Bitola Média

A bitola média representa a média, numa extensão de 100 metros, da diferença entre a bitola pontual e bitola nominal.

3.1.2. NIVELAMENTO TRANSVERSAL

O nivelamento da via, seja transversal ou longitudinal, é o parâmetro responsável pela regularidade do apoio dos rodados em movimento e assegura a estabilidade vertical dos veículos.

O nivelamento transversal da via caracteriza-se pela diferença em altura da mesa de rolamento de cada carril obtida pelo ângulo entre o plano de rolamento e o plano horizontal de referência, conforme ilustrado na figura abaixo:

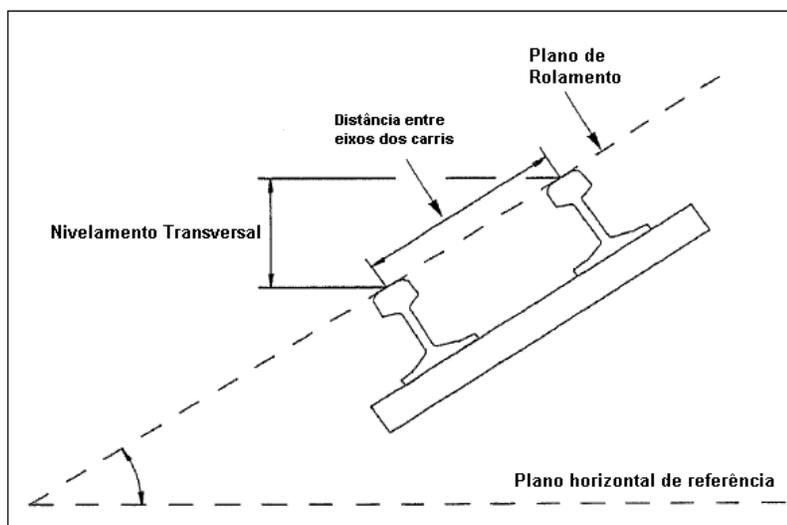


Fig.24 – Nivelamento Transversal (Adaptado de [4])

3.1.3. NIVELAMENTO LONGITUDINAL

O nivelamento longitudinal denomina-se do desvio Z_p' na direcção Z, perpendicular ao plano de rolamento, em consecutivas posições, do eixo de cada carril, em relação a uma linha de referência paralela ao plano de rolamento, calculado em sucessivas medições. A figura seguinte exemplifica esta situação:

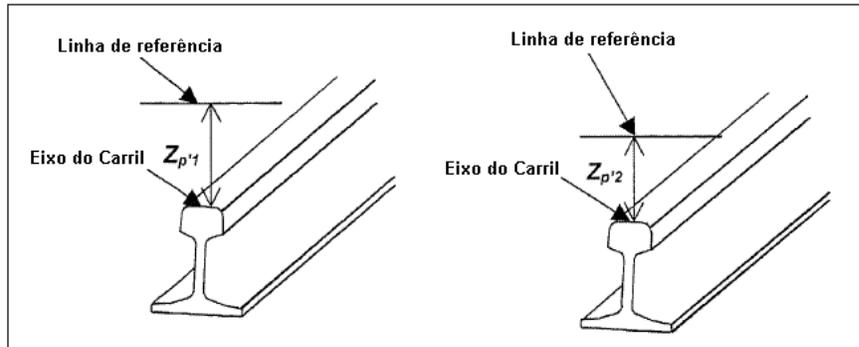


Fig.25 – Nivelamento Longitudinal (Adaptado de [4])

Podem-se detectar defeitos na via relacionados com este parâmetro só numa fila de carris, ou nas duas, mas são sempre consideradas independentes, numa e na outra.

3.1.4. ALINHAMENTO

O alinhamento é o parâmetro responsável pela qualidade do guiamento dos veículos e assegura a estabilidade lateral dos mesmos.

Assim, o alinhamento corresponde ao desvio Y_p na direcção Y, paralela ao plano de rolamento, em consecutivas posições de P em cada carril, em relação a uma linha de referência intermédia, calculado em sucessivas medições. Por intermédio da figura que se segue é possível ilustrar esta situação:

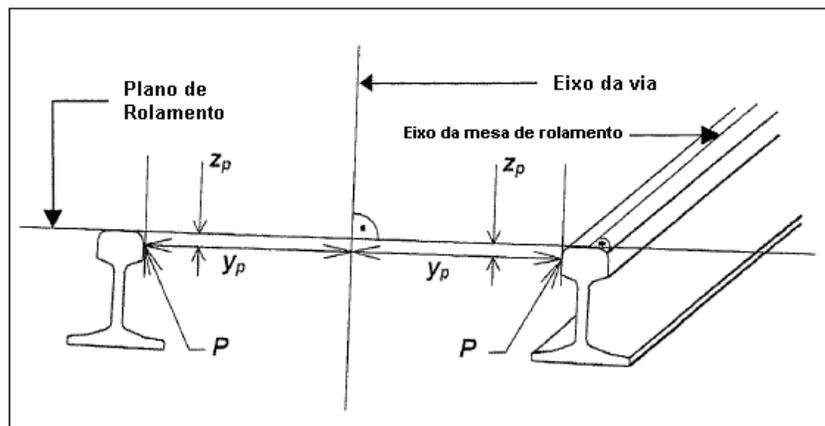


Fig.26 – Alinhamento (Adaptado de [4])

3.1.5.EMPENO

O empeno da via traduz-se pela variação da escala entre dois pontos da via, ou seja, se se considerar quatro pontos sobre a mesa de rolamento dos carris, dois sobre cada carril, formando um rectângulo, define-se como empeno, a distância vertical de um dos pontos ao plano formado pelos outros três. A figura procura reflectir a situação avançada:

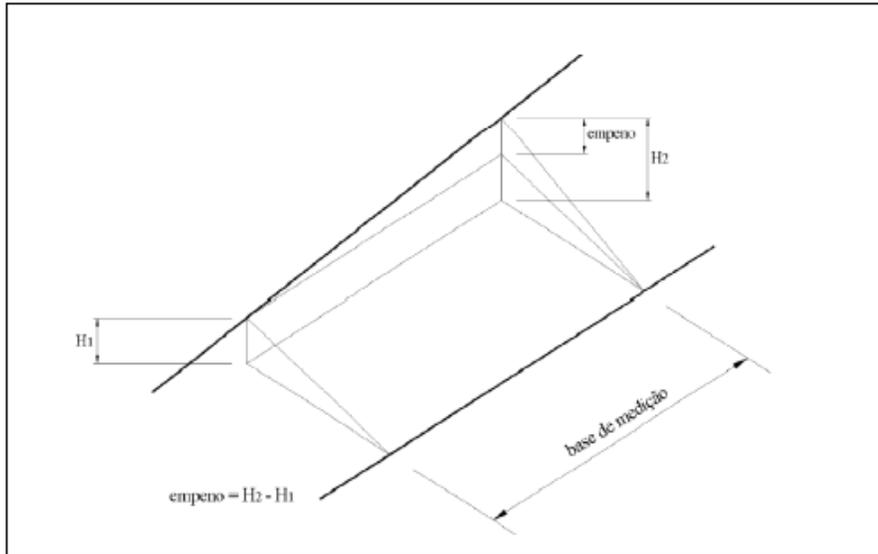


Fig.27 – Empeno [Adaptado de 2]

Na prática, o valor do empeno corresponde à diferença de dois nivelamentos transversais numa determinada base de medição.

3.1.6.CONSIDERAÇÕES GERAIS

A via-férrea têm como principal função suportar os esforços induzidos pelo material circulante, guiar os comboios na via e absorver as cargas resultantes da tração dos veículos em exploração. Estas características conduzem a forças verticais, laterais e longitudinais estabelecidas entre o sistema via-veículo, que não podem ser determinadas com precisão uma vez que dependem de inúmeros factores internos e externos deste sistema. A experiência tem demonstrado que praticamente todos os parâmetros geométricos da via têm uma influência considerável no comportamento do veículo sobre a via, sobretudo quando existem defeitos combinados. Este fenómeno pode ser comprovado através do quadro que se segue:

Quadro 6 – Relação entre os parâmetros geométricos da via e a resposta do veículo (Adaptado de [4])

Resposta do veículo (forças e acelerações)	Parâmetros				
	Bitola	Nivelamento Longitudinal	Nivelamento Transversal	Alinhamento	Empeno
Forças laterais	x		x	x	x
Forças verticais		x	x	x	x
Aceleração lateral			x	x	x
Aceleração vertical		x			
Forças laterais e verticais combinadas	x	x	x	x	x

Do quadro conclui-se que, tanto a Bitola como o Empeno, são parâmetros particularmente importantes porque têm influência sobre a estabilidade do veículo e no contacto roda/carril, respectivamente.

3.2. MEDIÇÃO E CÁLCULO DOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

3.2.1. BITOLA

A bitola é medida directamente na via e avaliada por comparação com o valor nominal, definindo-se como valor nominal a bitola atribuída em projecto, que pode incluir sobrelargura em função do raio da curva (também designada de bitola teórica).

Atendendo à figura 23 apresentada em 3.1.1.1, o valor Z_p pode variar entre 0 mm e 15 mm, devendo ser igual a 14 ± 1 mm para carril novo.

No método de medição da bitola, estão definidos os seguintes requisitos de medida: resolução $\leq 0,5$ mm; incerteza de medida ± 1 mm; amplitude de medida -15 mm / + 50 mm.

3.2.2. NIVELAMENTO TRANSVERSAL

O nivelamento transversal é medido directamente e avaliado por comparação com os valores de referência. Aludindo à figura 24 mencionada em 3.1.2., determina-se quer medindo o ângulo entre a superfície de rolamento e o plano de referência ou a diferença de altura entre os dois planos de rolamento dos carris com cotas diferentes.

Neste método de medição, definem-se como requisitos de medida: resolução $\leq 0,5$ mm; incerteza de medida ± 5 mm; amplitude de medida ± 225 mm.

3.2.3. NIVELAMENTO LONGITUDINAL

3.2.3.1. Medição com sistemas inerciais

Fazendo referência à figura 25 no ponto 3.1.3., o nivelamento longitudinal é calculado em cada fila de carril, a partir da respectiva posição vertical e filtrado nas bandas de comprimento de onda D1, D2 e D3.

Os comprimentos de onda considerados variam nos seguintes três níveis de intervalo: $3\text{ m} < D1 \leq 25\text{ m}$; $25\text{ m} < D2 \leq 70\text{ m}$ e $70\text{ m} < D3 \leq 150\text{ m}$ (normalmente usado em linhas com velocidades superiores a 250 km/h).

Neste método de medição, definem-se como requisitos de medida: resolução (D1, D2 e D3) $\leq 0,5\text{ mm}$; incerteza de medida (D1) $\pm 1\text{ mm}$, incerteza de medida (D2) $\pm 3\text{ mm}$ e incerteza de medida (D3) $\pm 5\text{ mm}$; amplitude de medida (D1) $\pm 50\text{ mm}$, amplitude de medida (D2) $\pm 100\text{ mm}$ e amplitude de medida (D3) $\pm 300\text{ mm}$.

3.2.3.2. Medição por cordas

No método de medição por cordas, o nivelamento longitudinal é medido nas duas filas, com cordas de 10 metros simétricas ou assimétricas, com uma relação de 60% para 40%, e comparados com os respectivos valores de referência.

No caso de medições manuais utilizam-se exclusivamente cordas simétricas de 10 metros.

3.2.4. ALINHAMENTO

3.2.4.1. Medição com sistemas inerciais

Tomando por indicação a figura 26 no ponto 3.1.4., o alinhamento é calculado em cada fila de carril, a partir da respectiva posição horizontal e filtrado nas bandas de comprimento de onda D1, D2 e D3.

Os comprimentos de onda considerados variam nos seguintes três níveis de intervalo: $3\text{ m} < D1 \leq 25\text{ m}$; $25\text{ m} < D2 \leq 70\text{ m}$ e $70\text{ m} < D3 \leq 200\text{ m}$ (normalmente usado em linhas com velocidades superiores a 250 km/h).

Neste método de medição, definem-se como requisitos de medida: resolução (D1, D2 e D3) $\leq 0,5\text{ mm}$; incerteza de medida (D1) $\pm 1,5\text{ mm}$, incerteza de medida (D2) $\pm 4\text{ mm}$ e incerteza de medida (D3) $\pm 10\text{ mm}$; amplitude de medida (D1) $\pm 50\text{ mm}$, amplitude de medida (D2) $\pm 100\text{ mm}$ e amplitude de medida (D3) $\pm 500\text{ mm}$.

3.2.4.2. Medição por cordas

No método de medição por cordas, o nivelamento longitudinal é medido nas duas filas, com cordas de 10 metros simétricas ou assimétricas, com uma relação de 60% para 40%, e comparados com os respectivos valores de referência.

No caso de medições manuais utilizam-se exclusivamente cordas simétricas de 10 metros.

3.2.5. EMPENO

Na avaliação da geometria baseada nesta medição, e assumindo como referência a ilustração da figura 27 do ponto 3.1.5, o empeno traduz-se no cálculo simultâneo entre dois pontos da via cuja distância entre eles é perfeitamente conhecida, ou como resultado de medidas consecutivas do nivelamento transversal.

Por regra, o empeno é calculado na base de 3 metros (perímetro de um rodado de um comboio).

3.3. TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS DA VIA

Uma linha destinada à exploração ferroviária implica a observância e o cumprimento de tolerâncias definidas para os parâmetros geométricos da via, cujos valores de referência variam em função das características da linha em causa e natureza da intervenção a ter lugar, e bem assim das velocidades de circulação previstas implementar.

De assinalar ainda que, e observável nos quadros seguintes, quanto maior as velocidades praticadas numa linha mais restritivas são as tolerâncias geométricas da via, de forma a assegurar as melhores condições de segurança e conforto aos passageiros.

3.3.1. RECEPÇÃO DA VIA

Os trabalhos de recepção da via surgem como resultado de intervenções na linha que podem ser de diferentes ordens, nomeadamente operações de construção de vias novas, operações de renovação integral de via ou acções de manutenção/conservação da via. Esta diferenciação importa assinalar uma vez que a entrada da via ao serviço nas condições mínimas de segurança e conforto, apenas poder-se-á fazer se estiverem asseguradas as tolerâncias exigíveis para a geometria da via relativamente à natureza técnica da linha em questão.

3.3.1.1. Linhas Novas ou Renovadas

No caso de linhas novas construídas ou renovadas para valores de bitola de 1668mm e 1435mm, as tolerâncias estipuladas são as referidas no quadro seguinte.

Quadro 7 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (linhas novas ou renovadas) [Adaptado de 2]

		Velocidade [km/h]					
		$V \leq 40$	$40 < V \leq 80$	$80 < V \leq 120$	$120 < V \leq 160$	$160 < V \leq 230$	$V > 230$
Parâmetro [mm]	Bitola	-3/+5	-3/+4	-3/+4	-2/+4	-2/+4	-2/+3
	Nivelamento Transversal	± 4	± 3	± 3	± 3	± 2	± 2
	Nivelamento Longitudinal	± 6	± 6	± 4	± 4	± 3	± 3
	Alinhamento	± 6	± 5	± 3	± 3	± 3	± 3

Empeno (base 3 metros)	± 4,5	± 4,5	± 3	± 3	± 3	± 3
Nivelamento Longitudinal D1	± 4	± 4	± 3	± 3	± 2	± 2
Nivelamento Longitudinal D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 3	± 2
Alinhamento D1	± 5	± 4	± 2	± 2	± 2	± 2
Alinhamento D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 3	± 2

3.3.1.2. Trabalhos de Conservação ou Manutenção

Na situação em que a via resulta de trabalhos de conservação ou manutenção, e perante uma bitola de 1668mm e 1435mm, as tolerâncias estipuladas são as referidas no Quadro 2.

Quadro 8 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (conservação ou manutenção) [Adaptado de 2]

	Velocidade [km/h]					
	V ≤ 40	40 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 230	V > 230
Bitola	-3/+8	-3/+7	3/+5	-3/+5	3/+5	-3/+4
Nivelamento Transversal	± 6	± 5	± 4	± 3	± 3	± 3
Nivelamento Longitudinal	± 7	± 7	± 5	± 5	± 4	± 4
Alinhamento	± 8	± 7	± 5	± 5	± 4	± 4
Empeno (base 3 metros)	± 6	± 4,5	± 4,5	± 4,5	± 3	± 3
Nivelamento Longitudinal D1	± 5	± 5	± 4	± 4	± 3	± 3
Nivelamento Longitudinal D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 4	± 3
Alinhamento D1	± 6	± 5	± 4	± 4	± 3	± 3
Alinhamento D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 4	± 3

3.3.2. MANUTENÇÃO DA VIA

No sentido de se salvaguardar a melhor qualidade geométrica da via e dos diversos aparelhos de via, assegurando assim o conforto dos passageiros e segurança da infra-estrutura ferroviária, é essencial proceder regularmente a um levantamento geométrico da via-férrea.

Deste modo, para avaliar a qualidade geométrica da via com vista à decisão sobre eventuais acções de manutenção, deve tomar-se em consideração três níveis principais de actuação:

- Acção Imediata Limite (AIL);
- Intervenção Limite (IL);
- e, Alerta limite (AL).

3.3.2.1. Acção Imediata Limite: Conceito

A AIL corresponde ao valor do parâmetro geométrico que nunca deverá ser atingido, e caso venha a suceder, requer medidas para reduzir o risco de descarrilamento do troço em questão, havendo assim a necessidade imediata de se repor as condições geométricas da via em níveis aceitáveis. A observância de qualquer defeito na via nestas condições implicará a correcção imediata por parte do Operador da Infra-estrutura, a redução de velocidade no troço, ou eventualmente a interdição (temporária ou definitiva) da linha em questão.

3.3.2.2. Intervenção Limite: Conceito

A IL corresponde ao valor do parâmetro geométrico que, quando atingido, originará medidas correctivas de manutenção por parte do OI com o objectivo de que o valor definido para a AIL não venha a ser alcançado.

Normalmente, a intervenção deverá ter lugar antes da próxima inspecção da via, salvaguardando-se assim o princípio atrás mencionado.

3.3.2.3. Alerta Limite: Conceito

A AL corresponde ao valor do parâmetro geométrico que, quando atingido, deverá ser alvo de análise e considerado na programação regular de operações de manutenção da via definidas pelo OI.

3.3.2.4. Tolerâncias

Os valores apresentados como tolerâncias são função da velocidade, e resultam da experiência e considerações teóricas da interacção roda-carril e, bem assim, de testes físicos efectuados com diferentes veículos.

Importa também assinalar que os valores apresentados para AIL nos quadros que se seguem são indicativos e, com excepção da bitola, todos eles devem ser considerados como valores absolutos.

Assim, as tolerâncias definidas para linhas cuja bitola é de 1668mm e 1435mm são:

Quadro 9 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (Acção Imediata Limite) [2]

		Velocidade [km/h]					
		V ≤ 40	40 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 230	V > 230
Parâmetro [mm]	Bitola	-11/+35	- 11/+35	-11/+35	-10/+35	-7/+28	-5/+28
	Bitola Média	n.a. /+32	-9/+32	-8/+27	-6/+20	-6/+20	-4/+20
	Nivelamento Longitudinal D1	± 31	± 28	± 26	± 23	± 20	± 16
	Nivelamento Longitudinal D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 33	± 38
	Alinhamento D1	± 25	± 22	± 17	± 14	± 12	± 10
	Alinhamento D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 24	± 20
	Empeno	± 21	± 21	± 21	± 21	± 15	± 15

Quadro 10 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (Intervenção Limite) [Adaptado de 2]

		Velocidade [km/h]					
		V ≤ 40	40 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 230	V > 230
Parâmetro [mm]	Bitola	-9/+30	-9/+30	-9/+30	-8/+30	-5/+23	-4/+23
	Bitola Média	n.a. /+28	-7/+28	-6/+25	-4/+18	-4/+18	-2/+18
	Nivelamento Longitudinal D1	± 21	± 21	± 19	± 17	± 14	± 12
	Nivelamento Longitudinal D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 23	± 20
	Alinhamento D1	± 17	± 17	± 13	± 10	± 9	± 8
	Alinhamento D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 17	± 14
	Empeno	± 15	± 15	± 15	± 15	± 12	± 12

Quadro 11 – Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via (Alerta Limite) [Adaptado de 2]

		Velocidade [km/h]					
		V ≤ 40	40 < V ≤ 80	80 < V ≤ 120	120 < V ≤ 160	160 < V ≤ 230	V > 230
Parâmetro [mm]	Bitola	-7/+25	-7/+25	-7/+25	-6/+25	-4/+20	-3/+20
	Bitola Média	n.a. /+25	-6/+25	-5/+22	-3/+16	-3/+16	-1/+16
	Nivelamento Longitudinal D1	± 18	± 18	± 16	± 15	± 12	± 10
	Nivelamento Longitudinal D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 20	± 18
	Alinhamento D1	± 15	± 15	± 11	± 9	± 8	± 7
	Alinhamento D2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	± 15	± 13
	Empeno	± 12	± 12	± 12	± 12	± 9	± 9

3.4. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

O diagnóstico da via pode ser efectivado com recurso a equipamentos de leitura contínua ou outros meios alternativos que asseguram a qualidade da manutenção da via-férrea, consistindo no levantamento geométrico dos principais parâmetros a conservar na via para que esteja sempre salvaguardada a segurança e conforto dos passageiros.

A análise da qualidade da via pode ser assegurada por medições e levantamentos manuais/topográficos, registos gráficos de atacadeiras e estabilizadoras, veículos de inspecção de via ou aparelhos de medição dos parâmetros de via.

As medições dos parâmetros mencionados podem ser estáticas ou dinâmicas, sendo que as dinâmicas com contacto caracterizam-se por:

- Com carga (atacadeiras e estabilizadoras);
- Sem contacto (equipamento manual).

Por sua vez, a medição dos parâmetros de via sem contacto e com carga da via objectiva-se por intermédio do veículo de inspecção de via – EM 120 utilizada em Portugal e à disposição do Operador da Infra-Estrutura.

Na generalidade dos registos gráficos são normalmente apresentados os seguintes parâmetros:

- Alinhamento (fila de referência ou Esquerdo ou Direito);
- Nivelamento Longitudinal (Médio ou Esquerdo ou Direito);
- Nivelamento Transversal (“Escala”);
- Bitola;
- e, Caminho percorrido (Pontos quilométricos).

Para além disso, em função do equipamento/máquina utilizada para efectuar o registo, podem ser visualizados os seguintes parâmetros:

Atacadeiras

- Nivelamento (“Controle de Levante”);
- Alinhamento (“Controle de Ripagem”).

Estabilizadoras

- Carga vertical (“Abaixamento”);
- Pressão de vibração.

Adicionalmente, podem ser observados e normalmente constam dos gráficos de registo emitidos pela máquina, os seguintes eventos:

- Linha, Via, Troço (Pki e Pkf);
- AMV’s, TJD’s e MVS’s;
- AD’s, JIC’s, Soldaduras;
- Estacas, Postes de Catenária;
- Pontes, Pontões, PN’s, PI’s, PS’s, PH’s;
- Defeito de Carril, Mudança da Fila Directriz, Espaçamento das Travessas, etc.

Em regra, nos veículos de inspecção de via em utilização na infra-estrutura ferroviária nacional, os corredores de tolerância são lançados automaticamente em conformidade com as normas em vigor e praticadas pelo Operador da Infra-estrutura, sendo nos restantes casos efectuado manualmente.

3.4.1. VEÍCULO DE INSPECÇÃO

O veículo EM-120, da marca “Plasser & Theurer”, é um veículo autopropulsionado de inspecção e registo geométrico com três *bogies* de dois eixos, analisando até velocidades de 120 km/h e registando todos os parâmetros geométricos definidos com significado para a avaliação do estado da via.

A figura seguinte identifica o equipamento em questão.



Figura 28 – Veículo de Inspeção de Via (EM -120) [Adaptado da Web]

O veículo em causa é manobrado por um condutor especializado, que é auxiliado por um operador de computador e operador de caixa de eventos, elementos constituintes da tripulação.

Segundo o normativo REFER (NTV-003, Descrição geral do veículo de análise geométrica EM-120), o veículo de inspeção apresenta os seguintes dados técnicos:

- Bitola: 1668 mm;
- Distância entre tampões: 14.940 mm;
- Largura máxima: 3.080 mm;
- Altura acima dos carris (incluindo o ar condicionado): 4.080 mm;
- Altura do interior da cabine: 2.100 mm;
- Distância entre eixos dos *bogies*: 1.800 mm;
- Distância entre pivots dos *bogies* extremos: 10.000 mm;
- Diâmetro dos rodados: 850 mm;
- Diâmetro dos rodados dos eixos de medição: 350 mm;
- Peso Total: 49 To;
- Peso do *bogie* dianteiro: 11.5 To;
- Peso do *bogie* central: 2.5 To;
- Peso do *bogie* traseiro: 10.5 To;
- Velocidade máxima de viagem: 120 km/h;
- Velocidade máxima de medição: 120 km/h

Toda a carroçaria do veículo é insonorizada e resistente ao calor, detendo no seu interior duas cabines de condução localizadas no extremo do veículo, uma mesa do gráfico, dois armários com os computadores, uma mesa de reuniões e instalação sanitária própria. A lotação máxima do veículo é de 8 a 10 pessoas. O motor para tracção e o gerador diesel-eléctrico que serve as instalações especiais do veículo encontram-se num compartimento separado e insonorizado dentro da carroçaria, diminuindo assim a transmissão de ruídos e vibrações. A existência de um sistema de intercomunicações nas cabinas de condução e na mesa de medição do gráfico facilita a comunicação entre esta e as cabinas, bem como entre cabinas.

O sistema de tracção do veículo EM-120 é propulsionado por um motor de 368kw e é constituído por uma caixa de velocidades automática electropneumática, uma caixa de transferência e dois rodados equipados com caixas cónicas. A potência do motor permite o reboque de um veículo com peso total de 40 toneladas á velocidade de 100 km/h, e à velocidade de 60 km/h numa via com uma inclinação de 10%. Este motor alimenta as baterias de 24 V através de dois alternadores bem como o compressor que está acoplado axialmente a este motor. O compressor fornece a pressão necessária ao sistema electropneumático do veículo.

O equipamento está equipado com três sistemas de freio pneumático, um independente que serve só para o veículo quando isolado, um automático quando integrado em comboio e um de emergência tipo sinal de alarme.

O veículo está equipado com três circuitos eléctricos, dois de 24 Volts DC e um de 380/220 Volts AC 50 Hz. Os circuitos de 24 V alimentam o motor de arranque, o equipamento auxiliar e as luzes

interiores e exteriores. O circuito de corrente alterna (computadores, impressora, sistemas de ventilação e aquecimento, etc.) é alimentado por um gerador diesel totalmente independente do motor de tracção.

Adicionalmente, o veículo de inspecção está equipado em ambas as extremidades com três faróis brancos e dois faróis vermelhos. Detém também potentes buzinas sonoras, de ar e eléctricas, em cada uma das cabines de condução.

Atinente à medição dos parâmetros geométricos, o veículo em questão possui 2 graus de liberdade em cada carril que constituem os elementos primários do cálculo geométrico da via e que são normalmente convertidos num sistema equivalente, designadamente os princípios já mencionados nos pontos anteriores, incluindo o empeno que é definido pela diferença de nivelamento transversal da via numa determinada base de medida. O equipamento de medição é constituído por uma parte mecânica e eléctrica que incluiu 32 canais de medição. A parte mecânica é constituída por três eixos telescópicos de medição e pelos transdutores horizontais e verticais. Os movimentos relativos dos eixos telescópicos entre si (variações na horizontal) e dos eixos dos rodados em relação à estrutura do veículo (variações na vertical) são posteriormente transformados em sinais eléctricos pelos transdutores.

O equipamento de medição consiste essencialmente nos seguintes grupos:

- Elementos primários de medição (rodados);

O veículo está equipado com eixos telescópicos de medição que são assentes nos carris durante as leituras, os quais estão equipados com cilindros pneumáticos horizontais e verticais que comprimem as rodas medidoras contra as cabeças dos carris.

Na zona dos aparelhos de mudança de via e nos cruzamentos, o descarrilamento das rodas medidoras é impedido pelas barras de guiamento. Nessas zonas os verdugos das rodas não encontram suporte, pelo que são guiadas por estas barras nas “lacunas” das cróssimas.

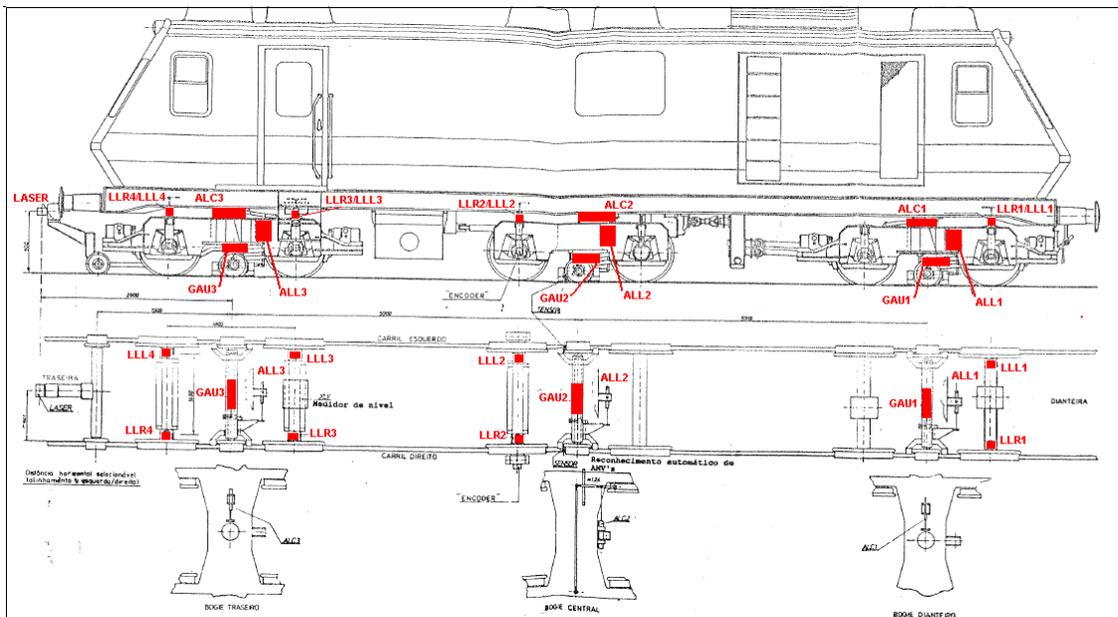


Figura 29 – Localização dos sistemas de medição no veículo EM-120 (Adaptado de [5])

Para medição da bitola é usado o eixo telescópico montado no *bogie* traseiro, através do transdutor linear montado sobre o mesmo (GAU 3).

O alinhamento dos carris é determinado com base nas flechas horizontais dos mesmos (base de 10 metros de comprimento). Usualmente são medidos em primeiro lugar os alinhamentos do carril esquerdo, enquanto os do carril direito são calculados com base no primeiro e nas variações da bitola medidos em três eixos. Para medição das flechas horizontais, é medido o deslocamento do *bogie* central em relação à estrutura do veículo (transdutor ALC2), o qual é combinado com o deslocamento relativo das rodas medidoras esquerdas em relação ao centro do eixo das mesmas (transdutores ALL1, ALL2 e ALL3) e pelo movimento dos bogies extremos em relação à carroçaria (transdutores ALC1 e ALC3). Estes dois transdutores servem para compensar os movimentos de lacete do veículo.

Os valores do alinhamento são calculados pelo computador nos valores emitidos pelos seis transdutores lineares horizontais com as seguintes expressões:

$$Al.esq = ALL2 + (ALC2 + 0,78(ALC1 + ALC3)) - 0,5(ALL1 + ALL3) \quad (2.1.)$$

$$Al.dir = ALL2 + (ALC2 + 0,78(ALC1 + ALC3) - GAU2) + 0,5(GAU1 - ALL1 + GAU3 - ALL3) \quad (2.2.)$$

A unidade de medição do nivelamento transversal está montada no leito da carroçaria do veículo, a qual consiste num inclinómetro, dois giroscópios e correspondentes controladores electrónicos. O valor da medição desta unidade dá a inclinação da carroçaria., a qual é conjugada com o valor de dois transdutores lineares verticais que estão na mesma transversal da referida unidade para que deste modo se obter o valor verdadeiro do nivelamento transversal da via.

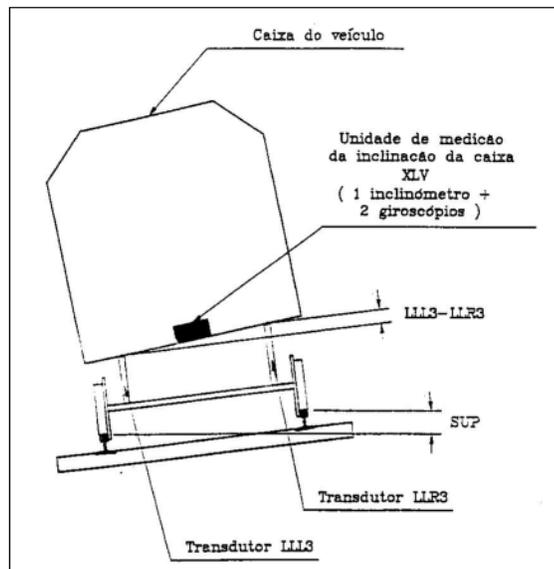


Figura 30 – Esquema da medição do nivelamento transversal (Adaptado de [5])

A expressão de cálculo do nivelamento transversal é a seguinte:

$$SUP = XLV - 1,171(LL3 - LLR3) \quad (2.3.)$$

Os giroscópios fazem a compensação em curva do efeito da força centrífuga no inclinómetro, permitindo que o sistema faça leituras absolutas e fiáveis do nivelamento transversal a qualquer velocidade de registo. Para segurança operacional este sistema não está montado directamente no eixo principal, mas sim no chassis, sendo o efeito da suspensão compensado pelos transdutores lineares que estão montados entre o eixo de medição e o chassis do veículo.

O nivelamento longitudinal é medido com base numa corda de 11,8 metros, fazendo a medição em três pontos da via.

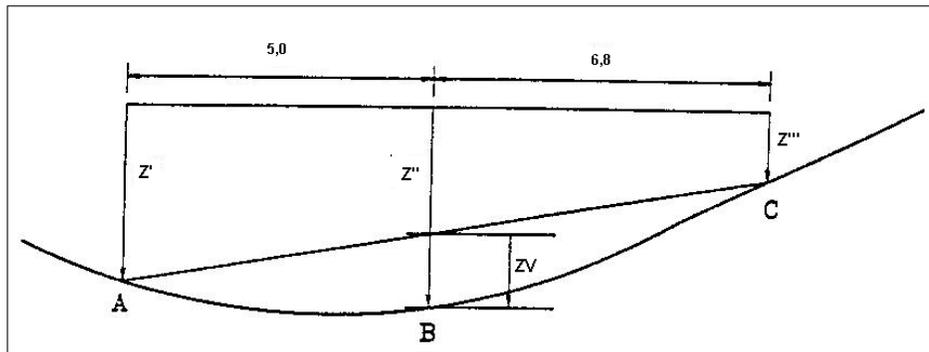


Figura 31 – Princípio da medição do nivelamento longitudinal (Adaptado de [5])

O desvio vertical do ponto intermédio em relação à corda que liga os dois pontos extremos representa o defeito de nivelamento longitudinal, obtido através da fórmula que se segue:

$$ZV = (0,4237Z''' - 0,5763Z') - Z'' \quad (2.4.)$$

A expressão de cálculo do nivelamento longitudinal é a seguinte:

$$Niv.Long.esq / dir = (0,4237LL1 + 0,5763LL4) - LLL2 \quad (2.5.)$$

Os transdutores lineares verticais (LLL1, LLR1, LLL2, LLR2, LLL4 e LLR4), montados entre os eixos e os chassis do veículo servem para determinar os desvios verticais conforme já foi indicado. Os corpos dos transdutores estão ligados aos eixos principais, enquanto a parte móvel é comprimida pelas molas contra a barra horizontal ligada à estrutura do veículo. Os movimentos verticais do veículo são compensados pela medição em três pontos do nível longitudinal.

O empeno é medido directamente para uma base de medida de 11,8 metros de comprimento, de acordo com o representado na figura seguinte e segundo a expressão:

$$T_{1-2} = |SUP_2 - SUP_1| \quad (2.6.)$$

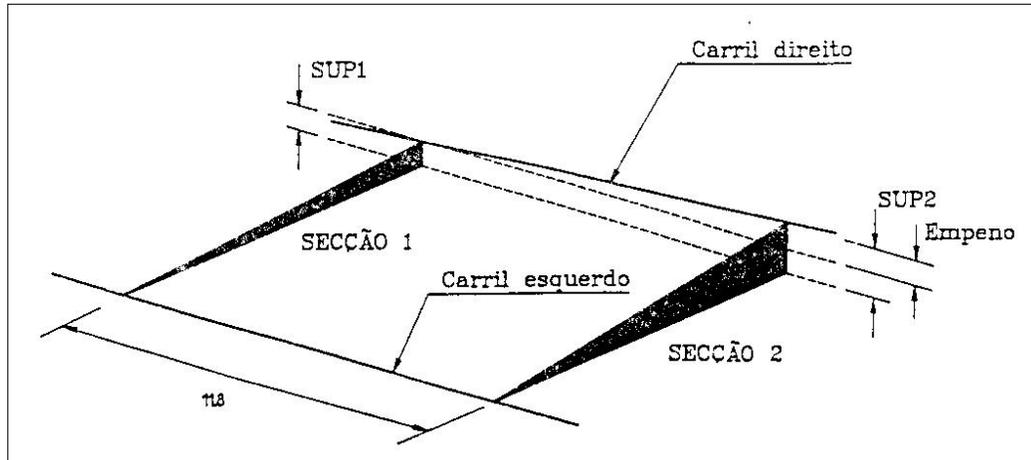


Figura 32 – Princípio de medição do empeno (Adaptado de [5])

A expressão de cálculo do empeno é a seguinte:

$$T_{11,8} = 1,171((LLL1 + LLL4) - (LLL4 + LLR1)) \quad (2.7.)$$

O factor 1,171 deve-se ao facto de os referidos transdutores não estarem colocados na vertical de simetria dos carris mas sim entre estes, encontram-se afastadas entre si de 1,48m. Além deste empeno medido, o veículo permite o cálculo deste parâmetro noutras bases de medida (2 a 20m).

- Transdutores de medição que transformam os movimentos mecânicos em sinais eléctricos;

Os transdutores lineares são utilizados para converter as deslocações mecânicas sofridas pelos eixos das rodas e pelos eixos telescópicos de medição em Volts. Estes sinais são transmitidos por meio de cabos eléctricos para o interface de entrada do computador, onde é executada uma pequena filtragem dos sinais antes de serem convertidos em valores digitais.

- Unidades de registo gráfico e registo em impressora;

Os parâmetros geométricos da via são representados graficamente em separado numa impressora de linhas de grande velocidade, a qual comporta até 12 canais. O registo na impressora de linhas é controlado por software específico, sendo também registados outros eventos relativos à via alvo de inspecção (velocidade de registo, pontos quilométricos, eventos, etc.). Estas impressoras produzem até 5 cópias em tempo real.

- Unidade de medição das distâncias (encoder);

O avanço do papel na impressora de linhas é feito por um motor eléctrico que é controlado de uma forma proporcional à distância percorrida, ou seja à rotação do eixo da roda medidora, a qual está ligado numa das extremidades ao “encoder”, que procede à contagem electrónica das distâncias e avalia o sentido de circulação. O veículo de registo geométrico determina a velocidade e distância percorrida fazendo a integração da velocidade em relação ao tempo que levou a percorrer essa mesma distância. As distâncias (quilómetros e hectómetros) podem ser registados automaticamente ou carregando no respectivo botão da caixa de eventos quando se passa por um marco. O acerto da

marcação quilométrica ou sua inicialização, bem como a mudança do sentido de contagem pode ser feito facilmente durante a inspeção da via. No gráfico dos parâmetros geométricos da via são assinalados todos os pontos hectométricos e quilométricos.

- Sistema informático;

O veículo possui um sistema interno de computador que processa e toda a informação recolhida durante a análise à inspeção na via.

- Sistema automático de pintura de defeito;

O equipamento de pintura é utilizado para fazer a marcação no eixo da via com um traço a tinta amarela dos defeitos detectados, sendo o sistema actuado automaticamente pelo “software” que faz a análise. O sistema de pintura consiste de um depósito de tinta, um tubo de descarga e respectiva válvula montada junto á via, que é controlado pneumáticamente, sendo o ar comprimido fornecido pelo sistema pneumático principal do veículo. A válvula só é aberta quando é enviado um sinal eléctrico do computador, acontecendo então a projecção da tinta sob pressão para a via inspeccionada. Usualmente, são marcados os defeitos de empeno, por se considerar que são estes que induzem maior risco á circulação dos comboios na via, apesar de o sistema permitir alterar o parâmetro de referência. O sistema de pintura é actuado quando é ultrapassado o valor pré-determinado do parâmetro geométrico da via em análise, e é accionado a uma distância de 1m dos referidos defeitos, pintando numa extensão de via seleccionada pelo operador, independentemente da velocidade a que é executada a inspeção.

- Escalas de registo;

As escalas de registo dos parâmetros geométricos em gráfico são os definidos no quadro seguinte.

Quadro 12 – Escalas de registo (EM-120) (Adaptado de [5])

Escalas	Parâmetros					
	Bitola	Nivelamento longitudinal	Nivelamento Transversal	Alinhamento	Empeno	Comprimento
Possíveis	1:1 a 1:10	1:1 a 1:10	1:1 a 1:10	1:1 a 1:10	1:1 a 1:10	Qualquer
Normalmente praticadas	1:1	1:1 (5m+5m)	1:4 (base 3 m)	1:2 (5m+5m)	1:1	-

A escolha das escalas de registo e da velocidade de alimentação do papel é feita através do programa de “software” próprio do veículo.

- Sistema de medição “Laser-Radar”;

Este aparelho de medição, instalado na traseira do veículo numa consola montada sobre o eixo o qual por sua vez está ligado ao *bogie*, pode medir e gravar o contorno dos objectos na vizinhança da via. Através deste eixo e das rodas de guiamento a unidade de medição “Laser-Radar” é mantida em contacto com uma das filas dos carris, a qual funciona como referencial (em curva selecciona-se a fila baixa). O suporte da unidade de medição de distâncias “Laser-Radar” é mantido na posição de descanso que não está a ser feitas leituras, sendo o mesmo guardado no interior do veículo. Caso

contrário, este apoio é descido através de um cilindro pneumático sendo o eixo assente sobre os carris, onde em conjunto com o “Laser-Radar” montado na extremidade superior da consola á altura de 1,15m acima da mesa de rolamento dos carris, se efectua a medição. Esta unidade permite a medição de uma secção transversal completa, e trabalha sem contactar fisicamente o objecto, emitindo um raio que é reflectido no objecto e captado de novo pelo laser. Fazendo a contagem do tempo entre a emissão e a captação do referido raio é possível determinar a distância a que se encontra o objecto, conhecendo a velocidade de propagação do mesmo. A precisão do “Laser-Radar” é de ± 20 mm em praticamente todas as condições. Os dados das distâncias medidas são processadas em conjunto com as medições do ângulo do Laser e da posição quilométrica pelo computador, permitindo o traçado gráfico nas impressoras das secções transversais e dos perfis longitudinais da via.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o processo de inspecção, o veículo tem condições de emitir um relatório técnico sumário sobre a qualidade da via com base nos parâmetros geométricos observados. Nesse relatório são listados todos os defeitos medidos, os eventos e respectiva localização. Por cada defeito aparece a designação do parâmetro geométrico cujo valor está fora da tolerância, a localização inicial e final do defeito em quilómetros, o comprimento do mesmo, o seu valor máximo em milímetros, a localização do valor máximo do defeito em metros, o valor máximo admissível, a classe do troço de via analisada, a classe da via em que o defeito era tolerado e a informação se o defeito se localiza em recta ou em curva. Para além disso, neste relatório sumário, é apresentada a extensão em metros, bem como o número total de defeitos que excede a tolerância dos respectivos parâmetros geométricos da via ou troço inspeccionado, o que permite diagnosticar a qualidade da via com bastante fiabilidade e precisão.

Também com os resultados do sistema “Laser-Radar”, é possível criar um base de dados com os perfis transversais de obras de arte (túneis, passagens inferiores, etc.), possibilitando avaliar *gabarits* existentes, e por exemplo decidir sobre a passagem ou não de eventuais transportes especiais que ultrapassem os *gabarits* normais definidos para a via.

3.4.2. MEIOS ALTERNATIVOS

Para além do método de registo anteriormente evidenciado, existem outros meios alternativos como sejam equipamentos manuais de registo contínuo com capacidade para medir e processar os parâmetros definidos, sendo naturalmente de menor porte (por exemplo, trolleys de medição). Estes aparelhos têm usualmente a capacidade para medir os parâmetros de via, com registo de informação em tempo real, em suporte informático e são manobrados por técnicos especializados. Existe ainda uma diversa gama de equipamentos para efectuar outro tipo de análise da qualidade da via, como sejam as réguas electrónicas para realizar medições em aparelhos de mudança de via ou aparelhos próprios para medir o desgaste ondulatório dos carris.



Figura 33 – Equipamento manual de registo contínuo - Trolley [Adaptado da Web]

Por fim, importa ainda referir que as medições dos parâmetros geométricos da via podem ser feitas manualmente, nas seguintes condições:

- O alinhamento será medido somente numa das filas e avaliado por comparação com o valor de projecto tendo em consideração a tolerância que lhe seja aplicável. Para o efeito, nas curvas recorrer-se-á à fila alta, sendo que o ponto de medição coincidirá com o ponto médio das cordas de 10 metros;
- A segunda medição do nivelamento transversal, para efeitos do cálculo do empeno, será obtida no sentido crescente da quilometragem.
- O nivelamento longitudinal é medido somente numa das filas (neste caso, fila baixa nas curvas) e é avaliado por comparação com a tolerância que lhe é aplicável. Na medição deste parâmetro será utilizado equipamento que reproduza apropriado, por exemplo através da diferença entre duas medições com visor e mira, com a colocação da mira a 5 e 10 metros do visor.

4

INTERVENÇÕES NA VIA

4.1. ENQUADRAMENTO

Atendendo à informação ventilada no capítulo anterior, onde foram apresentados os princípios gerais da superestrutura de via, é possível agora analisar e compreender os primordiais procedimentos operativos que estão na base da construção, renovação e conservação/manutenção da superestrutura de vias ferroviárias. Naturalmente, importa ter presente que a execução da superestrutura de via comporta metodologias de execução variáveis em função do material de via a aplicar, natureza da linha, espaço e tempo de execução.

Neste estudo em particular, primeiramente são a floradas as principais actividades inerentes à construção da via-férrea atinente à especialidade da via, observando-se em concreto as operações necessárias para colocar uma linha nova em plena exploração e funcionamento. Ao longo do subcapítulo 4.2, as actividades de construção são apresentadas em conformidade com a sequência lógica com que se realizam em obra, isto é, implantação topográfica da via, balastragem da via, assentamento da via, etc. Contudo e por vezes, algumas das actividades repetem-se ao longo do processo construtivo ainda que em circunstâncias operativas diferentes (vide, a propósito, a balastragem da via – ponto 4.2.2, que inicia com a 1.^a camada de balastro sobre a via antes do assentamento da via e termina com balastragens de enchimento por meios ferroviários já com o assentamento da via concluído), facto que pode dar a entender alguma aleatoriedade sobre o texto produzido. Perante tal, importa o Leitor saber que desde o ponto 4.2.1. até ao ponto 4.2.6. as actividades são sequenciais em obra (com a ressalva enunciada das actividades que se repetem ao longo do processo), sendo que as restantes vão ocorrendo ao longo do método construtivo, a partir de determinada fase e de uma forma mais ou menos independente e autónoma das demais.

De seguida, são abordadas as operações de renovação da via que, na maior parte dos casos, permite transformar a linha afectada numa linha nova, preparando-a para funcionar em condições de circulação muito superiores à anteriormente existente. Neste subcapítulo, faz-se um resumo das operações de renovação, explicando sobretudo os aspectos novos e característicos desta intervenção.

Por último, são abordadas as operações normalmente executadas em contexto de conservação/manutenção da via e que, quando não efectivadas, podem conduzir a situações anómalas e potencialmente perigosas para a circulação ferroviária das vias em exploração.

Importa ainda referir que, um dos aspectos essenciais seguido ao longo deste capítulo foi a observância e cumprimento dos normativos REFER na explanação dos procedimentos operativos de execução dos trabalhos, os quais serviram de referência para o aqui produzido. Por razões de

estruturação do texto, as normas aparecem referenciadas apenas (por ordem de aparecimento no texto) no capítulo de Referências/Bibliografia.

4.2. OPERAÇÕES DE CONSTRUÇÃO DA VIA

4.2.1. IMPLANTAÇÃO TOPOGRÁFICA DA VIA

Para efeitos de início de execução da obra de superestrutura da via, implementa-se no terreno uma piquetagem provisória do traçado que materializa o estudo de traçado da via, em planta e perfil, preconizado no projecto de execução do empreendimento. Na prática, a materialização do traçado é feita à custa de estacas de madeira de com perfil de 50x50mm, altura de 1,00 a 1,50m, segundo o desenho do perfil transversal da plataforma em que assenta a superestrutura da via, afastadas 2,20m do carril mais próximo.

Sempre que possível, e para assegurar a fiabilidade das marcações topográficas as mesmas deverão ser realizadas sobre elementos fixos, como por exemplo, postes de catenária ou obras de arte já concluídas.

Cabe à topografia a responsabilidade pela implantação do traçado em planta e perfil da via a construir, apoiado em vértices e cotas conhecidas e fornecidas com os projectos. Para a correcta implantação da obra, deverá ser elaborado primeiramente um programa de poligonal de apoio que reúna as condições necessárias para permitir a correcta piquetagem de todos os elementos da obra, devidamente compatibilizada com os elementos de levantamento topográfico que estiveram na base da elaboração do projecto.

Seguidamente, descreve-se objectivamente o procedimento usual em trabalhos desta natureza:

- Identificar, no terreno, os vértices (estações) que serviram de suporte topográfico ao estudo do projecto;
- Posicionar o aparelho de medida nesses vértices e fazer a reconstituição da triangulação (ou poligonal de apoio do estudo), para detectar possíveis desvios e efectuar a sua compensação, quando necessário;
- Fazer a implantação dos pontos notáveis do projecto, com marcas no terreno;
- Proceder à marcação topográfica do traçado em planta, uma vez compensado o sistema de apoio topográfico (poligonal de apoio). Estacionando o aparelho na estação de início do projecto, fazer as visadas necessárias para obter o rumo desejado, e por irradiação, em leituras directas com o rumo, os ângulos e as distâncias, começar a definir os pontos coordenados do projecto relativos ao eixo da via a construir, considerando os inícios e fins das curvas circulares e curvas de transição definidas, e bem assim, referências de 50 em 50m em recta;
- Cravar estacas auxiliares no terreno, na perpendicular dos pontos notáveis acima mencionados, referindo o afastamento do eixo da via, para servir de referência depois da via assente;
- Por vezes, adopta-se como medida alternativa e/ou suplementar, a cravação no terreno de estacas equidistantes entre si (por exemplo: 25m), em função do definido no projecto;
- No caso da implementação do perfil longitudinal, cada estaca leva um prego que refere a distância ao bordo de guiamento do carril mais próximo (a medição ao bordo de guiamento deverá ser efectuada 15mm abaixo da mesa de rolamento do carril), constando nessas estacas

um número de ordem ou designação que as identifique. Por sua vez, nas estacas são inscritas as cotas referentes ao perfil longitudinal do carril da fila baixa com um traço horizontal, onde esses traços serão à base de triângulos, pintados a vermelho, com o vértice para baixo.

4.2.2. BALASTRAGEM DA VIA

Ao processo de balastragem da via pode-se associar duas situações operativas iniciais distintas em função dos materiais previstos aplicar na linha nova a construir, isto é, caso se trata de via assente em travessas de betão bibloco ou de betão monobloco/madeira. Por outro lado, e em referência ao segundo caso, esta actividade aparece primeiramente como antecessora do processo de montagem da via propriamente dito e repete-se (ainda que em circunstâncias operacionais e de execução diferentes) logo após o assentamento da via.

Na construção de vias novas, o assentamento das travessas de betão monobloco ou madeira na via é precedido de uma descarga prévia de balastro, através da utilização de equipamento específico, como por exemplo atrelado rebocada por tractor de pneus ou camião basculante sobre o eixo da via. O balastro descarregado e que servirá de base às travessas terá uma espessura de 10cm, devendo abrir-se um sulco longitudinal à via e a meio do balastro com 70cm de largura de forma a garantir que as travessas não ficam apoiadas na secção central. Como procedimento alternativo, é possível também a colocação de cordões de balastro na prumada dos carris onde apoiarão as travessas.

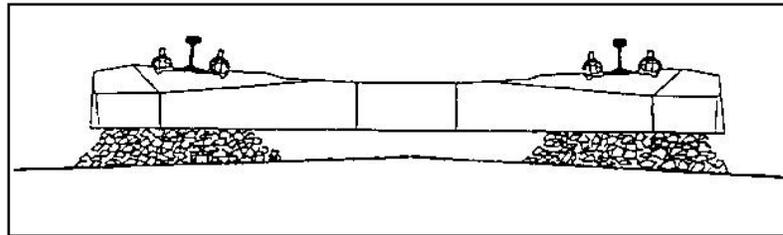


Fig.34 – Sulco de balastro sob as travessas monobloco (ou madeira) [Adaptado de 41]

O procedimento operativo desta actividade traduz-se, resumidamente, nos seguintes passos:

- Antes do início da descarga do balastro sobre a via, deverá ser verificada a existência da piquetagem provisória ao longo do eixo da via, devendo ser sinalizada com uma pedra (ou monte de balastro);
- O balastro descarregado é espalhado com o auxílio de uma “espalhadora” em duas fiadas na plataforma da via;
- O trabalho deverá ser devidamente monitorizado pelo chefe dos trabalhos, assegurando-se que o veículo de descarga segue uma direcção constante e alinhada com as marcações prévias efectuadas.

Quando se trata de travessas em betão bibloco, esta actividade primária de execução não se coloca, podendo a via ser colocada em “osso” (travessas directamente sobre a plataforma) e imediatamente sujeita a esforços verticais acentuados sem danos no material, usualmente exercidos por material pesado de via para construção da linha.

Relativamente aos trabalhos de balastragem pós assentamento da via, normalmente por meios ferroviários, o balastro é transportado na própria via, em vagões balastreiros, rebocados por locomotiva/locotractor. A descarga feita por vagões, em comboio, destina-se a recarga para posterior ataque de nivelamento e alinhamento da via, na quantidade necessária para consolidar as travessas em levantes até 8 cm e/ou para reforço da banqueteta no topo das travessas; para segundo levante, num volume necessário á subida da via até à cota final, em uma ou mais camadas.

Em resumo, registam-se as operações que estão na base desta actividade:

- No local da descarga, os manobreadores de cada equipa batem com barretas nas comportas para facilitar a abertura das mesmas, virando o manípulo carregado/vazio do vagão, para a posição vazio. De seguida abrem-se as comportas laterais por intermédio de alavancas e a central através de volante;
- Os vagões são descarregados em andamento, iniciando a descarga pelo primeiro vagão a contar da direcção da marcha. Esta tarefa é constituída por duas equipas, em que uma descarrega os vagões ímpares e outra a par;
- Finalizada a descarga, os manobreadores fecham primeiro a comporta central e depois as laterais dos vagões, batendo-as previamente com alavancas para esvaziar completamente as tremonhas de balastro;
- No final, é registado o número de vagões, os pontos quilométricos (PK) entre os quais se fez a descarga, o tempo de descarga, tipo de tracção e eventuais avarias nos vagões;
- Logo que finalizada a descarga e antes da partida do comboio balastreiro do local dos trabalhos, deverá ser realizada uma vistoria pelo exterior dos vagões descarregados, com vista à confirmação de que as comportas se encontram devidamente fechadas, bem como a detecção de eventuais pontos de acumulação de balastro no exterior dos vagões. Caso se verifique tais circunstâncias deverá proceder-se à remoção e limpeza integral de balastro acumulado, eliminando o risco de projecção de partículas no movimento de marcha seguinte.

4.2.3. ASSENTAMENTO DA VIA

Esta actividade inclui um conjunto de operações que conduzem à via montada, sendo que no final estão normalmente reunidas condições para a circulação de máquinas pesadas a velocidades muito reduzidas (≤ 30 km/h), a fim de se dar continuidade à execução dos trabalhos subsequentes. Esta operação reveste-se de especial importância também uma vez que durante todos este processo deverá ser sempre assegurado que a manipulação de carris será executada de forma a evitar deformações no carril que se possam traduzir em eventuais defeitos permanentes na via.

O procedimento operativo desta actividade assenta, basicamente, nos seguintes aspectos:

- As travessas são descarregadas sobre as duas fiadas de balastro anteriormente criado ou deslocadas da plataforma (onde haviam já sido colocadas previamente, ao longo da plataforma) directamente para cima dos cordões de balastro, com o auxílio de equipamento próprio (por exemplo: rail-route com canga). A descarga sobre a via deve ser orientada (com bitola própria) no sentido de se salvaguardar o afastamento necessário entre travessas, tanto em recta como em curva, de forma a aproximar o mais possível da posição definitiva relativamente ao eixo da via;

- Posicionar transversalmente as travessas, a partir do topo das mesmas, com uma bitola própria, minimizando ripagens posteriores do material, relativamente ao eixo da via, tanto em recta como em curva;
- Quadrar as travessas perpendicularmente ao eixo da via, procurando colocá-las o mais possível aproximada da posição definitiva;
- Uma vez descarregadas as barras de carril sobre a plataforma, normalmente com recurso a comboio equipado de vagões plataforma com pórticos motorizados, estas são movimentadas do local de descarga para a zona a intervencionar, com recurso a roletes colocados espaçadamente sob o carril e com o auxílio de equipamento adequado (por exemplo: rail-route).
- A colocação efectiva do carril na mesa da travessa pode ser realizado por intermédio da giratória rail-route que, com as pinças montadas, lateralmente à via, eleva e posiciona gradualmente os carris sobre as travessas (nesta operação é importante o acompanhamento permanente de alguns operários ao longo da barra e munidos de alavancas, que fazem a barra deslizar para a posição certa e previnem assim eventuais choques do carril com as travessas podendo danificá-las),
- Uma vez colocado o carril na mesa da travessa, marcar a giz o espaçamento necessário das mesmas;
- Transportar, com um esquadro de via, aquela marcação para a fila contrário do carril aplicado;
- Quadrar as travessas com o espaçamento requerido e no alinhamento correcto;
- Proceder à colocação de pregações e apertar os tirafundos (ou parafusos) de todas as travessas, aplicando a força necessária para a sistema ficar bem fixo. Nesta tarefa é normalmente utilizada a trefonadora hidráulica ainda que, nesta fase, a pregação não seja executada com controlo de aperto.
- Por último, procede-se à ligação provisória das barras, por meio de barretas e “Cês”, permitindo assim a passagem das circulações de trabalho sem danificar os topos das barras assentes.

Note-se também que, nesta actividade de assentamento da via, existem outras formas de proceder à execução da operação, sobretudo lembrando que o posicionamento do carril sobre as travessas pode ser conseguido por intermédio de outro equipamento de via próprio para o efeito, designadamente os pórticos manuais (com diferencial e garras) ou pórticos mecânicos (posicionadores de carril). Qualquer uma das soluções merece igual destaque, ainda que em ambas seja necessário a criação prévia de um caminho de rolamento (barras de carril posicionadas e distribuídas ao lado da via a montar) onde assentam as pernas dos pórticos e cujo objectivo é guiar os mesmos ao longo do processo de montagem da via.

4.2.4. ATAQUE E REGULARIZAÇÃO DA VIA

Conforme se havia referido, após a conclusão da actividade anterior, a via fica apta à circulação de comboios de serviço a velocidade muito reduzida, podendo-se iniciar os trabalhos de descarga de balastro sobre a via, ataques de enchimento e regularização de balastro. O conjunto destas operações visam colocar a via próxima da posição definitiva em perfil e em planta.

No que diz respeito à balastragem da via para ataque mecânico pesado, este trabalho já foi abordado no ponto anterior 3.3.1., sendo que vale a pena referir somente que nesta operação são feitas várias descargas, alternadas com ataques e regularizações de balastro.

O ataque mecânico pesado consiste em compactar o balastro sob as travessas (ataque), levantando e ripando a via até obter o traçado geométrico da via (quando se atinge a cota definitiva preconizada em projecto). Este processo incorpora a realização de simultânea e contínua de 3 operações: compactação do balastro sob as travessas, nivelamento e alinhamento mecânico do traçado da via.

A actividade de ataque mecânico da via pode ser descrita em várias fases:

- 1.º Levante
 - Ataques com levantamento da via, após a primeira descarga de balastro, com o objectivo de constituir “almofadas” de assentamento;
 - Neste levante deve-se igualmente ripar a via, dentro de uma tolerância de $\pm 15\text{mm}$, aproveitando o facto da mesma não estar ainda muito carregada de balastro;
 - Na operação de primeiro levante não é efectuado registo gráfico.
- Ataque de enchimento
 - Os ataques de enchimento são executados por camadas, com subidas máximas de 8cm por ataque, até à cota 30 a 10mm relativamente à cota definitiva;
 - Nos ataques de enchimento até perfazer a espessura de 15cm de balastro, a tolerância em alinhamento é de $\pm 15\text{mm}$ relativamente às estacas, enquanto que, nos ataques de enchimento seguintes a tolerância em alinhamento é de $\pm 40\text{mm}$ relativamente à estaca (piquetagem)I na 1.ª optimização e $\pm 20\text{mm}$ nas seguintes;
 - Estes ataques são realizados com atacadeiras muito sofisticadas, de alto rendimento que comportam duplas cabeças (32 bitas mecânicas) capazes de atacar simultaneamente duas travessas consecutivas. As bitas mecânicas estão agrupadas em 8 pares de 4 pioches que, abraçando a travessa comprimem e vibram simultaneamente o balastro, em zona localizada onde assentam os carris.

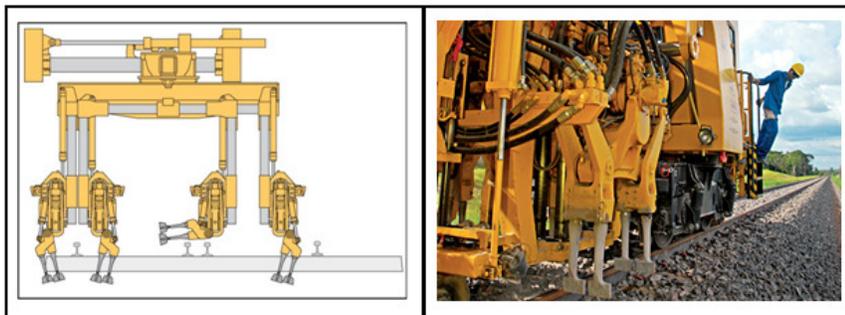


Fig.35 – Bitas mecânicas (pioches) da atacadeira (Adaptado da Web)

- As vibrações axiais transmitem, para além de uma aceleração horizontal, uma aceleração vertical ao balastro, gerando movimentos combinados que permitem um inter-penetração e um rearranjo das pedras de diferente granulometria do balastro, no sentido de se obter um compactação óptima e um apoio estável da travessa;

- Para controlo dos parâmetros geométricos da via existe um registador electrónico com os parâmetros já estudados: nivelamento longitudinal, nivelamento transversal, alinhamento e empeno.
- Ataque de enchimento com optimização
 - O ataque de enchimento, correspondente à materialização de uma altura de 15 cm, ou que coloque a via a 15 cm da cota final, é efectuado com optimização de traçado. A tolerância é de ± 40 mm a partir das posições definidas por coordenadas. A optimização de traçado respeitará os valores de entreeixos mínimo, bem como as características geométricas e dinâmicas adequadas à velocidade projectada para a linha;
 - A operação de optimização baseia-se num sistema que utiliza um dispositivo informático específico para correcção do estado da geometria da via, de modo a satisfazer as tolerâncias mais exigentes definidas para a linha em questão. O princípio base deste dispositivo é o seguinte: registo das flechas de alinhamento e de nivelamento resultado de uma passagem inicial da máquina sobre a via (pré-registo), tratamento das flechas medidas anteriormente deduzindo através do programa informático do dispositivo os valores de correcção a ter em conta durante o ataque, correcções a efectuar á via pela atacadeira com base no cálculo previamente elaborado.
- Ataque definitivo
 - Ataque com levantes de via de 20 a 30mm, podendo o nivelamento da fila baixa ficar a ± 10 mm da cota teórica e o corredor de ripagem da ordem dos 3mm no máximo em relação á cota das estacas;
 - É efectuado com atacadeiras de alto nível de sofisticação e incorpora sempre optimização de traçado nesta operação.

Por último, a operação de regularização de balastro é uma actividade que complementa o ataque mecânico da via, uma vez que tem por objectivo a transferência e repartição longitudinal e transversal do balastro, dentro do perfil tipo definido para a linha em intervenção, com preparação das zonas a atacar posteriormente, assegurando o enchimento dos vazios criados entre as travessas pela acção do ataque mecânico, bem como varrer (brossar) a zona da travessa no perfil do balastro. O equipamento mecânico utilizado na manobra desta operação é designado por *Regularizadora*.

Esta máquina tem subjacentes diversas especificidades de funcionamento e operação, as quais se apresentam de seguida:

- As charruas laterais, bidireccionais, independentes e de grande mobilidade da máquina, adapta-se à execução dos perfis da banqueteta. Sendo detentoras de grande altura na lâmina possibilitam o tratamento de grandes volumes de balastro;
- As charruas centrais, bidireccionais permitem deslocar uma grande quantidade de balastro graças à mobilidade longitudinal das charruas. A regulação em profundidade é efectuada por comando hidráulico, a partir da cabina do operador;
- De forma a proteger a mesa de rolamento do balastro trabalhado existem “túneis” montados longitudinalmente por cima de cada carril situadas entre os eixos dos rodados da máquina de

modo a proteger não só o carril com as pregações das pedras de balastro. Existe ainda um dispositivo de limpeza da cabeça do carril denominado de “limpa trilhos”;

- Para assegurar a limpeza segura da mesa de rolamento e das fixações coloca-se em funcionamento um brosa rotativa, localizada na parte traseira da máquina, que é constituída por um conjunto de tubos de borracha especial, fixados sobre um veí rotativo, o qual varre a superfície das travessas lançando o balastro excedentário para um tapete de recolha que o evacua para um outro lado da via, consoante as necessidade de preenchimento de balastro no perfil.

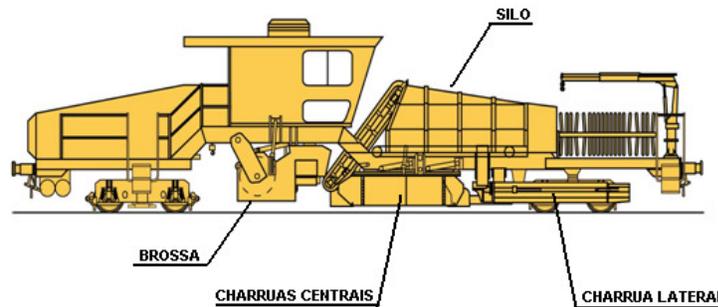


Fig.36 – Órgãos de trabalho da regularizadora de balastro [Adaptado de 41]

4.2.5. ESTABILIZAÇÃO DINÂMICA DA VIA

Com esta operação completa-se o assentamento total das travessas no balastro e a imobilização da via. A estabilização é conseguida através da acção vibratória de um veículo estabilizador dinâmico que segue à retaguarda da atacadeira pesada de via.

A figura seguinte demonstra o princípio de forças induzidas na via pelo equipamento pesado, contribuindo para a estabilização da via-férrea no seu conjunto.

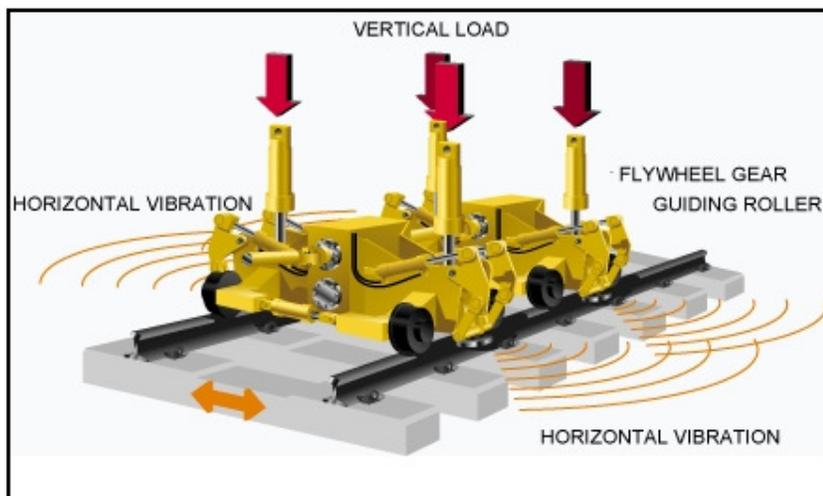


Fig.37 – Princípio das forças induzidas na via pela estabilizadora mecânica [Adaptado de 41]

4.2.6. ESMERILAGEM PREVENTIVA DO DESGASTE ONDULATÓRIO DO CARRIL

O fenómeno do desgaste ondulatório dos carris consiste no aparecimento duma ondulação longitudinal na mesa de rolamento dos carris, a qual ocorre amiúde em curvas de raio pequeno, sujeitas a cargas muito elevadas e percorridas a velocidades relativamente baixas, principalmente na fila baixa mas também com incidência na fila alta. As consequências decorrentes do aparecimento deste defeito são a trepidação dos rodados, do restante material circulante e do material de via. É muito incómodo para os passageiros, muito ruidoso e contribui para a ruína precoce dos materiais de via.

Este defeito apresenta-se segundo duas modalidades distintas: desgaste de onda curta (em que a distância entre pontos altos – comprimento de onda – varia entre 30 e 200mm, com alguns décimos de milímetro de profundidade) e desgaste de onda longa (em que o comprimento de onda varia entre 200 e 3000mm).

No sentido de prevenir este efeito na via, o carril é sujeito a um processo de esmerilagem com carácter preventivo, que consiste na metodologia seguinte:

- Durante o trabalho de esmerilagem, são efectuadas 2 medições por carril, por cada troço esmerilado, através de instrumentação própria (comparadores), de modo a quantificar a quantidade de material removido;
- O trabalho efectivo de esmerilagem preventiva é realizado com recurso a uma esmeriladora pesada, a qual efectua o desgaste da mesa de rolamento dos carris com aplicação de mós abrasivas por carril com constante injeção de água sobre zona em intervenção, minimizando o aquecimento dos materiais, aumentando a limpeza dos detritos produzidos sobre a superfícies do carril e minimizando o ruído produzido;
- No final do trabalho são efectuadas medições por intermédio de um sistema próprio. Os dados obtidos são visualizados graficamente em tempo real e arquivados. Posteriormente são efectuados registos em papel e em suporte informático das ondas curtas e ondas longas dos carris esquerdo e direito, verificando assim se os defeitos residuais ficam dentro das tolerâncias admissíveis;
- Nesta operação deverá ser tido em conta a máquina utilizada, o número de passagens efectuadas, a velocidade de avanço e as pressões utilizadas, a especificação das mós empregues e a técnica de orientação utilizada.

A esmerilagem preventiva do desgaste ondulatório do carril apenas pode ser realizada após o nivelamento definitivo da via, devendo decorrer entre estas duas operações o menor intervalo de tempo possível, nunca superior a 3 meses, no sentido de colocar a linha em exploração sem reservas o mais brevemente possível.

Nesta operação de esmerilagem preventiva do carril retira-se entre um mínimo de 0,20mm e um máximo de 0,30mm da altura da cabeça do carril.

4.2.7. SOLDADURA DE CARRIS

A operação de soldadura é o processo que permite a ligação e garante a continuidade completa do metal dos carris, podendo ser feita por três métodos distintos: soldadura eléctrica, soldadura aluminotérmica e soldadura austenítica.

A soldadura eléctrica dos carris consiste no processo em que os materiais são:

- Encostados topo a topo;
- Submetidos a uma elevada corrente eléctrica (cerca de 43.000 A) que provoca, por mau contacto, o aquecimento e fusão dos topos;
- Em seguida, comprimindo um contra o outro provocam o encalque de cerca de 33mm materializando-se a respectiva soldadura.

Por sua vez, a soldadura aluminotérmica realiza-se pela fusão de uma carga de limalha de ferro, a uma temperatura de $2000^{\circ}\text{C} \pm 10\%$, vazada no interior de um molde refractário, o qual envolve a extremidade dos carris a soldar colocados de topo. Esta operação caracteriza-se pelo seguinte:

- Antes de se efectuar a soldadura faz-se o pré-aquecimento dos carris. Identificam-se dois tipos de pré-aquecimento, o normal (PN) em que os topo de carris atingem temperaturas de $850/900^{\circ}\text{C}$ e ficam com uma cor vermelho cereja, ou curto (PC) em que o tempo de aquecimento é regulado pelo tipo de carga de soldadura utilizado e esta depende do perfil e qualidade do aço onde é aplicada;
- O pré-aquecimento é feito com utilização de um queimador alimentado a oxigénio e gás propano ou ar consoante o processo. No PC, em qualquer dos processos o aquecimento dos carris é obtido, parte pelo queimador, parte pela carga e sua natureza;
- O tempo de pré-aquecimento curto é de 5 a 6 minutos, dos quais os primeiros 2, a 2,5 minutos servem para a secagem do molde a $200/250^{\circ}\text{C}$, enquanto o restante tempo aquece os carris até atingir a temperatura de pré-aquecimento (em referência ao carril UIC 54 ou UIC60);
- O PC tem a vantagem de necessitar menor tempo para efectuar a soldadura, ser mais compatível com o intervalo disponível entre circulações ferroviárias, dispor de equipamento menos pesado que o PN;
- Normalmente utilizam-se duas classes de carga, A700 e A900, consoante a natureza do aço dos carris a soldar, normal ou duro, respectivamente, sendo diferente a sua composição segundo se executar um PN ou um PC. A carga aluminotérmica é composta por óxido de alumínio, óxido de ferro, óxido de manganês e limalha de aço;
- Os moldes utilizados são pré-fabricados e têm uma só utilização. São constituídos por duas meias peças verticais e uma horizontal que é denominado de patim do molde;
- A equipa de soldadores é constituída normalmente por 1 soldador e 1 ajudante com prática de esmerilagem. O equipamento da equipa de soldadura engloba, além de 1 serra mecânica, 1 guilhotina automática (eléctrica ou a gasolina), 1 esmeriladora portátil e tensores (quando necessário);

No que concerne à sequência de execução da actividade, resumidamente, pode-se considerar:

- Proceder ao corte (quando necessário e sempre recorrendo a motosserra de disco, com sistema de apoio no carril, garantindo o corte no plano perpendicular ao eixo longitudinal dos carris), alinhando os mesmos pela mesa de rolamento e pela face activa;



Fig.38 – Corte dos carris (soldadura aluminotérmica) [Adaptado de 41]

- Colocação do molde e conseqüente colocação do cadinho, primeiramente ao lado da junta e depois sobre a mesma, iniciando então o pré-aquecimento;



Fig.39 – Preparação e colocação do molde (soldadura aluminotérmica) [Adaptado de 41]

- Colocar a carga no cadinho, a qual reagirá aluminotérmicamente;
- Purgar o cadinho;
- Extrair o prato das escórias colocado previamente ao início dos trabalhos sob a soldadura a efectuar;
- Desmontagem do molde (normalmente é destruído com pancadas de marreta);
- Descabeçamento automático com guilhotina e esmerilagem da soldadura executada (só será executado após o arrefecimento do carril para menos de 100°C). Nesta operação de esmerilagem todas as incrustações de areia, detritos, moldes e rebarbas das rebarbas, na cabeça, alma e patilha do carril têm de ser retiradas.

4.2.8. AUSCULTAÇÃO ULTRASÓNICA DE SOLDADURAS

A avaliação qualitativa em profundidade das soldaduras executadas é realizada por intermédio do processo de auscultação ultrasónica. Todas as soldaduras têm de ser inspeccionadas por este método, avaliando-se a conformidade de execução das referidas.

4.2.9. REGULARIZAÇÃO DE BARRAS LONGAS SOLDADAS

Actualmente, a barra longa soldada (BLS) é prática comum nas vias-férreas, tendo-se eliminado as tradicionais folgas de carris que permitiam a dilatação e contracção do carril em função das variações de temperatura. Assim, estando a BLS impedida de dilatar e contrair, exerce grandes forças de compressão em tempo quente e de tracção em tempo frio, designadas de forças internas. Essas forças, ou tensões internas que, no sentido longitudinal do carril, chegam a ultrapassar as 100ton numa via com material de 60kg/m, só não causam “garrotes” no verão e fracturas no inverno, porque são contrariadas por resistências externas superiores, oposto pelo sistema balastro-travessas-fixação-palmilha.

A regularização de barra longa soldada poderá ser definida como toda a extensão de carril soldado, na qual prevalece uma zona central fixa – zona neutra – independentemente das variações de temperatura a que fica submetida, ficando todos os movimentos de retracção e dilatação da barra restritos a duas zonas na extremidade da barra – zona de respiração.

A temperatura de referência (T_r) da região onde se assenta a barra longa soldada é considerada em Portugal como sendo de 30°C. A regularização da BLS terá como limite de aceitação portanto 30°C ± 5°C. A temperatura média T^m é a mais baixa das temperaturas colhidas durante o trabalho de regularização da BLS.

O alongamento ou encurtamento de um carril ou barra longa soldada é proporcional à variação de temperatura a que está sujeita, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\Delta L = \alpha.L.\Delta t$$

A força que se opõe ao movimento é calculada por:

$$F = \alpha.E.S.\Delta t$$

Considerando que para $\Delta t = 1^\circ C \rightarrow E.\alpha = 0,22kg / mm^2$

A temperatura de regularização dum aparelho de dilatação (AD) é a temperatura para a qual é regulada a abertura do mesmo.

O objectivo de regularização de barras longas soldadas é conseguir que todas as BLS sejam apertadas às travessas onde assentam quando o seu comprimento corresponder à temperatura de referência de 30°C de forma a uniformizar tensões. O modo de efectuar a regularização, ou seja atingir as temperaturas de 30°C ± 5°C, poder ser realizado através de diferentes métodos, destacando-se aqui a regularização por acção do sol ou imposto por tracção nas barras com auxílio de tensores hidráulicos.

O comprimento máximo das barras a regularizar, em cada operação, dependerá dos meios disponibilizados face ao período concedido para a sua realização.

Assim, atinente à regularização por acção do sol, descrevem-se seguidamente os passos essenciais para a sua efectivação:

- Marca-se na patilha do carril de 50 em 50m um traço fino (neste caso, a extensão total de regularização não deverá exceder os 800m);
- Desapertam-se as barras a partir da extremidade (se o intervalo for curto aceita-se que previamente se comece a preparar o desaperto das barras de 3 em 3 travessas, e só depois se desaperta por completo as restantes fixações, isto no caso por exemplo de via interdita);
- Com alavancas especiais ou macacos de via, levanta-se um pouco o carril e coloca-se de 10 em 10 travessas (no máximo), roletes com o mínimo de 12mm de diâmetro entre o carril e as

travessas, devendo retirar-se aí as palmilhas. Nesta fase, a barra deve ficar suspensa e todas as fixações bem desapertadas;

- Com maços de madeira ou de cobre (ou outro material de dureza inferior ao carril), a barra é batida em todo o seu comprimento. Estas pancadas devem fazer vibrar a barra, para que corra melhor e fazer com que, se houver troços de BLS com constrangimentos (em tensão), se possam libertar melhor;
- Após a percussão, é lida a temperatura do carril com termómetros de via sensíveis colocados sobre a patilha do carril (do lado da sombra);
- Quando a temperatura estiver entre os 25°C e 35°C é feito um traço em frente das marcas que se fizeram na patilha do carril de 50 em 50m. Aqueles troços ou referências terão que ser feitos em pontos fixos exteriores ao carril (travessas ou estacas);
- Inicia-se, em seguida, o aperto das pregações, agora em sentido inverso, caminhando-se para a outra extremidade da BLS (esta operação deve ser o mais rápida possível, podendo apertar-se só uma travessa sim, outra não, a fim de se avançar mais depressa no trabalho);
- Se durante a operação de aperto se verificar que as marcas do carril estão a avançar em relação às marcas das travessas, é porque a temperatura do carril se está a alterar, pelo que se deve anotar na alma do carril, na zona das marcas, a temperatura de aperto. Assim, por exemplo, se a operação estiver a ser executada de manhã com a temperatura a subir, pode-se começar o aperto quando a temperatura estiver a 25°C (anotando-se na alma do carril essa temperatura – designada de temperatura de fixação). Por outro lado, se no decorrer das operações se notar que as marcas se começam a deslocar, verifica-se a temperatura, devendo ser anotada na marca ou onde nessa altura estiver o aperto, sempre que a temperatura se modificar. Quando se atingir a temperatura de 35°C e se se verificar que a temperatura está com tendência para continuar a subir, então anota-se essa temperatura na marca mais próxima, continuando a apertar a restante barra mas agora com uma temperatura fora da tolerância. Por esta última razão, no dia seguinte, a operação de regularização tem de recomeçar a partir da última marca a 35°C, sucedendo-se o mesmo na situação contrária (isto é, se a temperatura estiver a descer passando o limite de 25°C, terá também de se recomeçar o aperto no dia seguinte de acordo com o princípio anterior);
- Um dos aspectos a considerar na regularização de barras é o facto de, se no trabalho efectuado de véspera, tiver ocorrido terminar-se a operação de regularização numa dada referencia com uma das temperaturas limite (25°C ou 35°C), e se porventura vamos reiniciar o trabalho a partir dessa marca no dia seguinte com temperaturas diametralmente opostas (isto é, terminou-se numa marca com 25°C e recomeçou-se no dia seguinte com temperaturas de 35°C na mesma marca, e vice-versa), então nesse ponto a BLS apresenta um desequilíbrio brusco de tensões nessa secção do carril (10°C de diferença), situação considerada perigosa. Para resolver esta questão, depois da regularização ter terminado e com toda a BLS já soldada, deve-se desapertar a barra numa extensão de 50m para cada lado da referência onde o desequilíbrio se verifica, batê-la novamente com maços para distribuir as tensões desse ponto pelos 100m totais e voltar a apertar toda a zona.

Relativamente á regularização por tensores hidráulicos, as operações associadas são:

- Marcar na patilha do carril de 50 em 50m um traço fino;
- Em seguida, desapertar as barras da junta de regularização para ambos os lados e no sentido das extremidades;

- Com alavancas especiais ou macacos de via, levanta-se um pouco o carril e coloca-se de 10 em 10 travessas (no máximo), roletes com o mínimo de 12mm de diâmetro entre o carril e as travessas, devendo retirar-se aí as palmilhas. Nesta fase, a barra deve ficar suspensa e todas as fixações bem desapertadas;
- Com maços de madeira ou de cobre (ou outro material de dureza inferior ao carril), a barra é batida em todo o seu comprimento. Estas pancadas devem fazer vibrar a barra, para que corra melhor e fazer com que, se houver troços de BLS com constrangimentos (em tensão), se possam libertar melhor;
- Após a percussão, elida a temperatura do carril com termómetros de via sensíveis colocados sobre a patilha do carril (do lado da sombra);
- Passar a posição dos traços no carril para pontos fixos, como sejam as travessas após verificação das temperaturas, corrigindo o valor calculado;
- Montar o tensor na junta das semi-barras ou a meio da barra;
- Multiplicar o valor revisto pelo número de fracções de 50m, para determinar em milímetros, qual a extensão a cortar, valor da sobreposição das semi-barras acrescido da folga necessária à soldadura;
- Aplicar o esforço de tracção pelo tensor às semi-barras, na zona cortada ou junta existente;
- Controlar os avanços das marcas, á esquerda e à direita do centro da barra, de modo a que a primeira fracção de 50m avance de um comprimento determinado, a segunda avance em 2 vezes aquele comprimento, e assim sucessivamente, até perfazer o alongamento total calculado;
- Sempre com o tensor aplicado e tendo verificado os avanços da BLS em todas as marcações proceder ao nivelamento e alinhamento da junta;
- Retirar os roletes e apertar as fixações de ambos os lados;
- Efectuar a soldadura de fecho, após o parto garantido, mantendo sempre o tensor ligado;
- Retirar o tensor após o arrefecimento da soldadura.

4.2.10. PIQUETAGEM E ETIQUETAGEM DA VIA

A piquetagem e etiquetagem em obra têm como base o estudo de optimização do traçado previamente efectuado para a via em questão. Sempre que possível deverão ser privilegiadas as soluções de piquetagem que não impliquem o uso de estacas UNP, fazendo-se uso dos postes de catenária, plataformas de passageiros, cais, obras de arte, etc. Em via única, as estacas serão colocadas do lado esquerdo, atento o sentido crescente da quilometragem. Em via dupla, são colocadas do lado exterior de cada uma das vias. O posicionamento, tomando como referência o carril mais próximo, é feito a 2,25m da respectiva face de guiamento.

No que diz respeito à piquetagem em planta, fazem-se referência às duas situações, em recta e em curva. Como princípio geral, cada marca referirá a distância do ponto de referência à face de guiamento do carril mais próximo. O pico de referência será executado com punção no topo da estaca (perfil UNP), aproximadamente ao eixo da mesma, com exactidão milimétrica.

- Em recta: em linhas não electrificadas o afastamento máximo será 200m. Em linhas electrificadas, os pontos serão piquetados nos postes de catenária, mais próximos da

modulação atrás referida. Em qualquer dos casos deve ser sempre garantida a visibilidade de cada ponto aos pontos colaterais. A piquetagem nos postes de catenária será materializada sobre a face do poste voltada para a via, através da pintura a cor amarelo de uma banda com 0,20m de altura e à largura da face do poste, onde se inscreve a distância entre a face de guiamento do carril mais próximo e a face do poste de catenária.

- Em curva: serão piquetados os pontos extremos da curva, que definem a transição entre recta/"doucine" e "doucine"/recta, fim da 2.^a "doucine" e início da 3.^a "doucine". Nas curvas com múltiplos raios, além dos pontos extremos das curvas, serão piquetados todos os pontos, no intervalo dos quais a flecha e a escala apresentem valores constantes. Serão igualmente piquetados, caso existam, todos os pontos de inflexão ao longo do desenvolvimento do traçado. Nestas estacas que definem o traçado da curva em planta, é também referenciada a cota de nivelamento.

Relativamente à piquetagem do perfil longitudinal, esta refere-se à cota da mesa de rolamento do carril mais próximo, sendo materializada na estaca de piquetagem respectiva, com a execução de um furo com Ø5mm realizado na face voltada para a via. Nas estacas em perfil UNP, o furo de referência atravessa totalmente a espessura do mesmo. As curvas de concordância verticais e mudanças de trainel são referenciadas através da colocação de três estacas de piquetagem posicionadas no ponto de tangência e na projecção do vértice definido pela intersecção dos traineis, caso seja uma concordância côncava ou convexa. Nas mudanças de trainel (quebras de nivelamento, será colocada uma estaca na projecção do vértice definido pela intersecção dos traineis. Serão ainda piquetados pontos singulares na via, que por razões de gabari vertical o justifiquem (por exemplo, passagens superiores).

No caso da piquetagem dos aparelhos de mudança de via, serão piquetadas a JCL e a PM da cróssima, seguindo o mesmo princípio de piquetagem acima mencionado. Serão também colocadas nas estacas placas identificadoras do aparelho em causa. Estes casos particulares serão analisados mais adiante no trabalho, em concreto no ponto 4.2.12.1.

Por vezes em obra, existem casos particulares que não vêm contemplados nas especificações técnicas, havendo por isso necessidade de estudar o problema concreto e adaptar/ajustar a piquetagem à realidade evidenciada (por exemplo, piquetando uma 2.^a placa, na qual é indicada a distância ao local onde esta deveria ter sido colocada). A solução preconizada deverá merecer sempre a aceitação por parte do OIF.

4.2.11.REFERENCIAÇÃO QUILOMÉTRICA DA VIA

A referenciação quilométrica da via será sempre executada de acordo com as coordenadas determinadas no projecto de execução. Em regra, os postes quilométricos (de 1000 em 1000m) e hectométricos (de 100 em 100m) são fabricados em betão armado, sendo contudo usual, em casos especiais (obras de arte existentes na via), o recurso postes e marcos metálicos.

Em via única e dupla os postes e marcos são colocados do lado esquerdo da via, atento o sentido crescente da quilometragem. Qualquer que seja o número de via, sempre que a distância entre eixos das vias externas seja superior a 8 metros, será instalada referenciação suplementar no exterior das mesmas. O posicionamento dos referidos, tomando como referência o carril mais próximo, é feito a 2,50m da respectiva face de guiamento. Os postes quilométricos serão implantados perpendicularmente à via, sendo os marcos hectométricos colocados com as faces oblíquas voltadas ao sentido de circulação e tendo a indicação do quilómetro do lado perpendicular à via.

4.2.12. APARELHOS DE VIA

4.2.12.1. Piquetagem provisória de AMV's

A piquetagem provisória de AMV, tem como objectivo definir e cotar os pontos notáveis dos aparelhos de via, bem como a sua localização para se obter um assentamento correcto, e bem assim todo o traçado de via, onde o aparelho se inscreve, numa extensão próxima de 4 vezes o seu comprimento. Esta operação pode ser materializada em planta e em perfil onde o aparelho vai ser assente e, em particular, da localização exacta dos pontos notáveis deste, ou seja, ponta da lança (PL), centro geométrico (CG) e ponta matemática (PM). Actualmente, com a necessidade de modernização do traçado de via, assinalam-se também outros pontos para a localização como sejam a junta da contra-lança (JCL), centro geométrico (CG) e junta do talão da cróssima (JTC). No caso de aparelhos conjugados, tais como SS de ligação, e feixes muito complexos, de entrada e saída de estações, deverá controlar-se à fita métrica (em milímetros) as posições dos pontos notáveis, uma vez que os valores das distâncias relativas entre aparelhos, dados por coordenadas, na implantação, não garantem tolerâncias desta ordem de grandeza.

A operação de piquetagem provisória é caracterizada pelas seguintes actividades:

- Piquetagem em planta
 - A via é piquetada numa extensão mínima de 50m para cada lado do AMV;
 - Implantar as coordenadas geométricas dos pontos notáveis do AMV, indicados no AMV, nomeadamente a JCL, CG e JTC;
 - O CG do AMV deve ficar definido no cruzamento dos eixos da vias directa e desviada. Como a estaca que define a CG vai ficar sob o AMV, deverão ser cravadas três estacas auxiliares afastados do eixo da via directa;
 - A estaca central ficará na perpendicular ao eixo da via tirado do ponto CG, à distância de 2 metros e as outras duas ficarão a 2m, de cada lado da estaca central, fazendo dois triângulos rectângulos com o CG. As estacas laterais ficam à distância de $2^2 \times 2^2 = 2,828m$ do CG e servem para controlo de posicionamento do aparelho;
 - Tratando-se da construção de vias, o CG poderá ser materializado na plataforma por um prego de meia galeota, cravado na plataforma, atravessando uma chapa metálica;
 - A via começa por não estar assente à cota e na posição definitiva. Há que definir os pontos notáveis JCL e JTC, conforme for indicado no projecto, com estacas, como se disse acima para o CG;
 - Quando já existe via assente à cota, serão necessárias apenas as estacas para definir o CG, enquanto que para outros pontos s marca na alma dos carris, com um traço, a sua posição, ficando indicado o corte a fazer na linha para implantação do AMV;
 - A materialização do ponto nas estacas é feita com um prego na cabeça das mesmas;
- Piquetagem em perfil
 - A piquetagem em perfil na linha directa é a piquetagem da rasante da via geral, sendo que as cotas dos pontos notáveis do AMV serão marcados tal como definido para a piquetagem em plena via;
 - No caso da via desviada, e quando o aparelho é assente em recta, a linha desviada do AMV é sempre curva, e a cada tangente e tipo corresponde um raio. Por tal, a escala

máxima da via desviada, dentro do AMV é de 20mm, dada na fila baixa do AMV, à custa de chapins da fila alta se o AMV estiver assente em travessas de betão, e à custa de sabotagens na fila baixa quando estiver assente em travessas de madeira;

- A JCL por ser comum à via directa, está à cota da linha geral. A JTC na via desviada deverá estar a 20mm abaixo da JTC da linha directa, dando-se o aumento progressivo de escala dentro do aparelho através de chapins especiais nas filas das linhas directa e fila alta da linha desviada, no caso de assente em travessas de betão ou por rebaixamento da fila baixa por sabotagem das travessas em madeira. As cotas a marcar nas estacas da fila baixa serão definidas pela evolução a escala, de 0mm na JCL até à escala -20mm na JTC. Se a linha desviada for seguida de contra curva, normalmente todo o aparelho ficará sem escala, em circunstâncias normais;
- Se se verificar o assentamento do aparelho em curva, a linha geral do AMV terá a escala definida para a linha geral, sendo a escala da linha desviada entre a JCL e JTC acompanha a escala da linha geral, podendo a partir daí sofrer, uma redução ou um aumento, progressivos, até ao limite de ± 20 mm na JTC.

4.2.12.2. Assentamento de AMV's

Os aparelhos são descarregados com meios adequados, em zona adjacente à sua posição final para pré-montagem nos seus tramos constituintes (ou directamente sobre a via se for possível), e posteriormente movimentados para o local de assentamento definido.

Esta actividade é caracterizada pelas seguintes operações:

- Pré-montagem
 - Prepara-se um terreno próximo do local onde o AMV vai ser instalado na posição definitiva, nivelando-o e cravando duas estacas de madeira afastadas entre si do comprimento do AMV mais 2 metros;
 - Coloca-se um prego na cabeça de cada estaca, esticando um cordel e atando de seguida aos pregos, definindo o alinhamento do carril da via directa do oposto à cróssima, se o aparelho for recto, ou definindo a corda se o aparelho for curvo;
 - Começar a transportar e descarregar travessas por ordem crescente, relativamente ao AMV, iniciando-se pela travessa que fica imediatamente a seguir à JCL e de acordo com o plano de assentamento. De salientar que, nos aparelhos em recta, as zonas de pregação do carril opostas à cróssima, ao colocarem-se as travessas, ficam alinhadas pelo cordel. Nos aparelhos em curva, nesta fase, procede-se como se fosse um AMV recto;
 - Assentar o carril da contra-lança da via directa oposta à cróssima, nos chapins e coxins de apoio. É necessário tomar em consideração o sistema de fixação das patilhas que varia com o modelo do aparelho (alguns modelos têm um ferrolho elástico de fixação das patilhas po debaixo dos apoios);
 - Assentar a lança nos coxins, bem encostada aos calços de apoio. Ter em atenção que alguns modelos têm um perno de fixação da lança perto do talão;

- Colocar a seguir o carril intermédio da mesma fila e depois o carril da grade da cróssima. Antes de apertar o carril da grade da cróssima devem ser “apontados” os contra-carris;
- Ligar as juntas com barretas, apertando bem os parafusos com as respectivas porcas para o lado do interior da via;
- Apertar as fixações dos carris desta fila com meio aperto;
- Rectificar o alinhamento desta fila para ficar bem paralelo ao cordel, no caso do AMV ser recto. O alinhamento será feito com o auxílio de alavancas actuando no carril de um e outro lado;
- Se o aparelho for a encurvar, estender um cordel desde a JCL até JTC e, com alavancas actuando no carril, encurvá-lo para que fique arredondado, com uma flecha a meio de valor igual a $C^2/8R$, com “C” igual ao comprimento do cordel esticado entre a JCL e a JTC e sendo R o valor do raio da curva onde o aparelho vai ficar instalado;
- Ajustar bem a distância entre as travessas indicada no plano de assentamento, batendo com um maço de madeira, para o que se alivia previamente as fixações de modo a facilitar o corrimento das travessas;
- Verificar, com esquadro de via, se a 1.ª travessa da JCL do lado da fila ainda não montada, está perpendicular ao carril e ajustá-la com os maços;
- Começar a medir o espaçamento das travessas do lado dessa fila, tendo em atenção que as travessas, desde a JCL ao CG do aparelho, devem ficar perpendiculares aos carris;
- Controlar os espaçamentos das travessas de acordo com o indicado no plano de assentamento do AMV;
- Assentar nesta fila os carris da contra-lança e as lanças, tendo as mesmas precauções referidas para a outra fila;
- Assentar os carris intermédios e a cróssima;
- Ajustar as fixações dessa fila e ligar os carris com barretas;
- Assentar os carris das 2 filar da grade intermédia do ramo desviado, ligando-os com barretas e apertando as fixações;
- Assentar os contra-carris da cróssima nas duas filar;
- Transporte, Ripagem e Assentamento
 - Verificar a piquetagem dos pontos notáveis, no local de assentamento do AMV;
 - Desligar as barretas de ligação da grade da agulha á grade intermédia e desta à grade da cróssima;
 - Com os meios disponíveis carregar as 3 grades para “lorys” ou pórticos de ripagem colocados na via para serem depois transportados para o local de aplicação ou reparar simplesmente;
 - Com macacos de via aplicados a 2 metros das juntas das contra-lanças, levantar a grade nessa extremidade, de modo a poderem colocar-se 2 pares de carris em posição

perpendicular, sob a grade, nivelando-os à custa de travessas de madeiras velhas, às quais se fixam os carris com alguns tirafundos;

- Proceder de igual modo, para colocar outros 2 pares de carris a 2 metros da junta do talão das lanças, na grade da agulha;
- Empurrar agora toda a grade, deslizando sobre os carris até que o aparelho fique no local de assentamento;
- Proceder, de seguida, de igual modo, com as restantes grades, caso o transporte ou ripagem não tenha sido feito com o AMV completo;
- Ligar as grades entre si com barretas e parafusos;
- Levantar o AMV, com macacos de via, primeiro numa extremidade, para lhe retirar os carris auxiliares e as travessas ou calços que lhes serviram de apoio, e depois continuar para retirar todos os carris e calços;
- Nivelar o AMV com balastro, estabelecendo rampas de 3mm/m de ligação às vias adjacentes, caso já estejam assentes. Se o AMV for a encurvar, definir o valor da flecha (f) a dar e marcá-lo no topo do talão da fila recta, ripar lateralmente o AMV para a posição de encurvadura (f) e controlar o espaçamento das travessas corrigindo-o no caso de haver desvios;
- Colocar os ferrolhos e varinhas de ligação, ensaiando o movimento das lanças;
- Controlar as cotas de protecção;

4.2.12.3. Ataque mecânico em AMV's

São condições necessárias para executar o trabalho que se verifiquem os seguintes pressupostos, o AMV está ligado às linhas directa e desviada e o AMV estar assente em quantidade de balastro suficiente de modo a suportar o respectivo ataque. O ataque mecânico em AMVs consiste na realização simultânea e contínua de três operações: compactação do balastro sob as travessas do AMV, nivelamento e alinhamento mecânicos. Estas operações são realizadas com atacadeiras universais, seguindo a seguinte ordem de execução:

- A máquina é colocada no ramo directo do AMV, a cerca de 50 a 60 metros do início deste;
- Um operador desloca o visor até uma distância razoável, até 150m, tendo em conta a luminosidade, para regular o alinhamento e nivelamento do ramo directo na via geral;
- Outro operador (dentro da atacadeira), inicia então o ataque, accionando um pedal que irá fazer descer os chassis de maneira a que os pioches, (bitas mecânicas) se afundem no balastro que rodeia a travessa na zona dos carris. Por intermédio de cilindros hidráulicos e de um veio de excêntricos, desenvolvem-se vibrações forçadas, bi-axiais, de trajectória elíptica e de alta-frequência, com os pioches a fecharem de modo assíncrono;
- As vibrações bi-axiais transmitem, para além de uma aceleração horizontal, uma aceleração vertical ao balastro, permitindo uma interpenetração e um rearranjo das pedras de diferente granulometria de balastro, no sentido de se obter uma compactação ideal e um apoio estável da travessa;

- Ao entrar no AMV, o operador terá ao seu dispor um dispositivo que lhe permite atacar todas as zonas de via directa do AMV e parte da via desviada. Esse dispositivo é constituído por pioches articulados que pelo seu movimento lateral podem diminuir ou aumentar a superfície de ataque;
- A profundidade do ataque é pré-seleccionada e mantém-se constante qualquer que seja o ângulo de abertura do pioche. O deslocamento longitudinal de cada chassis permite ao operador alinhar os pioches com as travessas oblíquas do AMV. Para permitir evitar obstáculos como, por exemplo, juntas, o dispositivo de pinça/rolete, pode ser deslocado longitudinalmente;
- Nas zonas do AMV de espaço reduzido, o operador dispõe de outro dispositivo que lhe permite agarrar a cabeça do carril, pela face exterior, ou patilha, por intermédio de uma pinça. Como auxiliar, algumas máquinas estão munidas de um dispositivo de levante da fila exterior, isto é, age no ramo desviado, especialmente para o caso de AMVs com travessas de betão compridas e pesadas;
- Passando a zona da cróssima o ataque segue normalmente, terminando 50 a 60 metros para lá do fim do AMV;
- Coloca-se a seguir a máquina no ramo desviado do AMV e prossegue-se o ataque até ao fim do AMV (quando aplicável);
- Para efeitos de verificação do estado geométrico da via e controlo da qualidade, dispõe-se de um registador electrónico, permitindo obter o registo gráfico dos seguintes parâmetros da via: Nivelamento longitudinal, Nivelamento transversal, Empeno e Alinhamento

4.2.13. TRABALHOS COMPLEMENTARES

4.2.13.1. Armazenamento de Materiais

As travessas bibloco e monobloco armazenam-se empilhadas em parque industrial da obra ou mesmo na frente de trabalho, colocando-as umas sobre as outras de forma que assentem bloco sobre bloco. A primeira camada assenta sobre barrotes de madeira de 0,10x0,10m, dispostos transversalmente às travessas e centrados debaixo de cada bloco. As outras camadas devem repousar sobre barrotes de madeira com dimensões mínimas de 0,04x0,04m, colocados a meio da mesa de assentamento do carril. As travessas são empilhadas até ao máximo de 25 camadas. No caso das travessas serem fornecidas com as fixações pré-montadas, deverão ser armazenadas em camadas que repousem sobre barrotes de madeira de 0,10x0,10m, sendo a primeira camada dispostas como atrás referido. O local de armazenamento terá de estar regularizado e preparado de modo a não provocar assentamentos que induzam esforços complementares nas travessas.

4.2.13.2. Carga, Transporte e Descarga de Materiais

A operação de carga e manuseamento das travessas bibloco pode ser realizada com recurso a um empilhador, que introduza o “garfo” por debaixo dos blocos das travessas. Não poderão ser transportadas mais do que duas camadas de travessas de cada vez, sendo que no empilhamento das travessas terão de ser utilizados barrotes de madeiras de dimensões adequadas para o processo de carga, função da dimensão do “garfo” do empilhador, permitindo a sua introdução entre as travessas, por debaixo dos blocos de betão, sem as danificar. Para o transporte destas travessas, estas deverão ser

carregadas em vagões ou camiões em camadas separadas por barrotes de madeira como mencionado no ponto anterior, assegurando-se a perfeita estabilização da carga, evitando que se movam. Em caso de necessidade deverão ser travadas com topos de madeira e outras amarrações de modo a evitar movimentos.

No caso do transporte das travessas monobloco o processo configura-se diferente, devendo ser manipuladas quatro travessas de cada vez (com recurso a canga de travessas), ou por outros meios semelhantes que transportem maior número. Durante as operações de carga, transporte e descarga, é imperioso que as TBM nunca batam em qualquer obstáculo, especialmente na zona do vão central da travessa, que pode originar lesões graves ao nível da distribuição do efeito de ancoragem a que o betão está sujeito, podendo inclusivamente levar à ruína da travessa. Os dispositivos para elevação e movimentação das travessas podem ser de vários tipos, sendo os mais indicados os que agarram as travessas pelos topos. Este processo oferece a vantagem de se poderem colocar directamente sobre o balastro previamente preparado podendo o gancho da grua elevar-se facilmente. Outra possibilidade é oferecida pela utilização de ganchos, que se poderão aplicar nas fixações pré-montadas nas travessas, podendo ajustar-se os ganchos para cada tipo de fixação de carris, devendo assegurar-se sempre a integridade dos mesmos.

4.2.13.3. Sinalização provisória e definitiva

Os sinais ferroviários são implantados, em princípio, à esquerda da via no sentido marcha do comboio. Em certos casos, podem os sinais ser implantados em consolas ou pórticos, em posição tal que os maquinistas os vejam à esquerda do eixo da via (ou à direita, se respeitarem a contravia), devendo respeitar os gabarits impostos pelo material circulante e pela catenária. Os sinais devem, em regra, ser implantados a uma distância mínima de 5 metros dos postes de catenária ou de peças de catenária em tensão. Todas as especificações técnicas dos sinais estão patenteadas em normas e instruções técnicas próprias.

Está normalmente a cargo da especialidade de via a colocação de sinalização provisória ao longo da via quando decorrem trabalhos que, pela sua especificidade e complexidade, requerem afrouxamentos de velocidade na exploração da linha. Nestas circunstâncias devem ser colocados na via, a distâncias pré-definidas de segurança, sinais como indicador de aviso sonoro (“S” de atenção trabalhos), sinais de aviso de velocidade máxima autorizada (montagem em sinal alto), sinais início de velocidade máxima autorizada e eventualmente sinal de convel (CNV), caso a velocidade na linha seja controlada por balizas convel.



Fig.40 – Esquema de sinalização provisória em linha com afrouxamento

4.2.13.4. Execução de Juntas Isolantes

As juntas isolantes têm como principal finalidade proporcionar a ligação entre carris e asseguram a descontinuidade eléctrica entre eles.

Relativamente à operação de execução da junta isolante normal (JIN), pode-se evidenciar duas fases distintas de montagem:

- Antes da montagem
 - Verificar os materiais que constituem a junta isolante, que correspondem a 2 barretas de madeira baquelizada, 4 parafusos e respectivas porcas, 4 anilhas planas de aço e 4 anilhas de mola para colocação a um e outro lado do carril, respectivamente, e 1 perfil isolante para colocar entre as extremidades dos carris;
 - Verificar os diâmetros da broca tendo em consideração os diâmetros do parafuso e da bainha isolante, com uma folga de mais 1 a 2 mm;
- Durante a montagem
 - Procede-se ao corte do carril na vertical, com serra de disco e apoio no carril;
 - Limpa-se os extremos do carril na vertical e na alma, com esmeriladora e eventualmente a jacto de areia/grenalha ou rebarbadora;
 - Efectua-se os furos nos carris marcando previamente com uma cércea o eixo e a distância entre furos, 170mm entre os exteriores e 122mm entre os interiores;
 - Verifica-se, desengordura-se e alisa-se a alma dos carris, aplicando de preferência acetona ou outro dissolvente orgânico fornecido para o efeito;
 - Secar as superfícies tratadas com maçarico a gás propano para acelerar o processo;
 - Medir a folga na junta de modo que, à temperatura média de 30°C, se obtenha o valor de 5mm;
 - Reforçar o aperto das fixações a um e outro lado da junta;
 - Colocar o perfil isolante entre os topos dos carris;
 - Colocar as barretas, as bainhas isolantes na alma dos carris e nos furos das barretas e os parafusos das barretas;
 - Apertar os parafusos das barretas, até ao limite do binário indicado pelo fabricante, em dois patamares de tempo separados 30 a 45 minutos.

No caso da junta isolante colada (JIC), a operação de execução descreve-se da seguinte forma:

- Cortar de um carril com 18 metros onde se monta a junta isolante;
- Furar os dois meios carris tendo em atenção o diâmetro da broca, relativamente ao diâmetro do parafuso e à bainha isolante, na cércea indicada pelo fabricante, ou seja furos extremos afastados 175mm e furos do lado da junta afastados 67,5mm da extremidade. Mandrilar os furos;
- Esmerilar as extremidades e alma do carril, apagando marcas que possam existir, de modo a permitir uma perfeita aderência das barretas;
- Deixar em cada topo e na cabeça do carril, com inclinação a 45°, um rebordo de 1mm;

- Limpar as extremidades dos meios carril com jacto de grenalha, ou com rebarbadora;
- Limpar as barretas metálicas com jacto de grenalha ou com rebarbadora;
- Preparar a cola, misturando a resina sintética (cor negra), e o endurecedor (cor amarela), fornecidos em sacos;
- Misturar, com uma varinha de vibrador, durante 3 a 4 minutos, até obter uma massa homogénea, a temperaturas entre 20 e 25°C;
- Colocar a cola na face interior das barretas, num primeiro barramento;
- Colocar uma tela de vidro já recortada à medida das barretas e seus furos;
- Colocar novas camadas de cola e de tela de vidro até à terceira tela;
- Colocar o calço de nylon entre os topos de carril, previamente barrados com cola;
- Montar as barretas, apertando os parafusos das barretas;
- Passados 45 minutos apertar de novo a 100kg.m, com chave dinanométrica;
- Acabar o perfil da junta, relativamente à mesa de rolamento e aos excessos de cola, enquanto fresca;
- Decorridas 24 horas, realizar o acabamento final, pintando a junta com tinta anti-oxidante e anti-humidade.

A montagem pode ser realizada em estaleiro ou na própria via.

4.3. OPERAÇÕES DE RENOVAÇÃO DA VIA

4.3.1. INTRODUÇÃO

Pode-se entender Renovação da via como a execução de um vasto conjunto de trabalhos numa via em estado deficitário ou mesmo em mau estado, com vista a dar-lhe as condições de exploração de uma via nova. Esta acção requer pesados investimentos, pelo que, normalmente, só se justifica quando a superstrutura existente não satisfaz as necessidades de exploração ou a sua manutenção fica demasiado dispendiosa.

Usualmente, a operação de renovação da via inclui os trabalhos já abordados da construção da via, acrescida de outras actividades específicas como sejam o saneamento prévio da plataforma (aspecto não abordado no âmbito deste estudo), levantamento da via existente, execução de caminho de rolamento, desguarnecimento da via e depuração de balastro.

Atento o anteriormente exposto, serão resumidas as operações da renovação de via no ponto seguinte, dando-se posteriormente especial enfoque às actividades que se apresentam como específicas para este tipo de intervenção na via-férrea.

4.3.2. RESUMO DAS OPERAÇÕES

Em resumo, as seguintes operações traduzem a execução de uma renovação da via:

- Levantamento da via existente;
- Distribuição de barras novas;
- Preparação do caminho de rolamento;

- Substituição da via velha, seguida de ataque e guarnecimento com o balastro usado;
- Soldadura de barras parciais
- Desguarnecimento e depuração de balastro;
- Ataque e Nivelamento da via, pelo menos em dois levantes;
- Balastragem da via;
- Ataque e Nivelamento, em várias passagens alternadas com operações de Regularização do balastro e Estabilização da via;
- Libertação e Regularização de barras:
- Ataque e Nivelamento Definitivo;

4.3.3.LEVANTAMENTO DA VIA EXISTENTE

A operação de levantamento da via é realizada através da remoção de tramos de via com um mínimo de 18 metros de carril, sendo posteriormente desmontados nos seus constituintes, separando-os e acondicionando-os de forma correcta para serem carregados, transportados e entregues junto do OIF. O corte de carril poderá ser efectuado a maçarico (para poupar tempo) ou a corte com serra de disco. Contudo, todas as barras devem ser despontadas, ou seja, as soldaduras existentes na via junto ao corte devem ser eliminadas. Esta activa é caracterizada pela seguintes operações:

- Previamente, limitar a extensão diária de via a levantar, tendo em atenção o facto de o traçado ser em recta ou em curva, constituído com travessas de madeira ou betão e de acordo com a duração de tempo disponível para execução do trabalho (caso de trabalho realizado em interdição de via);
- Marcar a giz, na patilha do carril, a extensão de via a levantar;
- Cortar os tramos de via com o mínimo de 18 metros de carril;
- Com o auxílio de equipamento adequado (por exemplo, rail-route), ripar os tramos para local adjacente à via, de forma a ser devidamente desmontado;
- Fazer um levantamento do material recolhido da via desmontada, efectuando listagens contendo todas as quantidades de materiais levantados, com discriminação por lote de selecção e acondicionamento para posterior entrega;
- Carga e transporte para local a designar;

4.3.4.CAMINHO DE ROLAMENTO

O caminho de rolamento é uma via provisória para a passagem dos pórticos que retiram a via velha ou a substituir e colocam as travessas novas.

Para preparar o caminho de rolamento, procede-se do seguinte modo:

- Distribuir as barras novas ao longo da via a renovar;
- Estabilizar as barras assentando-as sobre tacos de madeira distribuídos de 10 em 10 metros;
- Ligar as barras com barretas apertadas com grampos;

- Colocar as barras na bitola do pórtico, estabelecendo assim o caminho de rolamento do pórtico de substituição;

Este equipamento é montado no caminho de rolamento por intermédio de macacos próprios, e funciona levantando a via velha por tramos de 18 metros, deslocando-se depois ao longo do caminho criado para carregar o comboio de substituição. Por sua vez, procede-se de forma inversa em relação às travessas novas a colocar sobre a via, carregando-as do comboio de substituição até um número de 60 travessas, e assentas sobre a via em duas operações, uma primeira onde deixa pousadas 30 travessas (deixando um intervalo travessa sim, travessa não) e posteriormente outra onde coloca as restantes (o que permite deixar um afastamento aproximado entre travessas no ordem dos 0,60 m).

Por último, as barras do caminho de rolamento são ripadas para o seu lugar definitivo, sobre as travessas novas, e fixadas convenientemente.

4.3.5. DESGUARNECIMENTO DA VIA

O desguarnecimento da via pode ser feito manualmente ou mecanicamente. Para trabalhos de pequena monta, ou com algum grau de especificidade (por exemplo: execução de passagens de nível) recorre-se ao desguarnecimento manual do balastro através de pás, ou outros equipamentos ligeiros. Contudo, e no enquadramento aqui exposto, o desguarnecimento da via é executado de forma mecânica por intermédio de desguarnecedores mecânicos de via. Em função do sentido de trabalho, a desguarnecedora recolhe o balastro usado e poluído da via velha, processa a sua depuração mecânica eliminando os detritos, e despeja novamente o balastro sobre a via mas agora já devidamente tratado. Um dos aspectos a ter em conta nesta operação é a profundidade de desguarnecimento (espessura de corte com a lâmina), que está relacionada com a espessura dos materiais que vão ser aplicados, os que existem na via, e a nova rasante da via intervencionada.

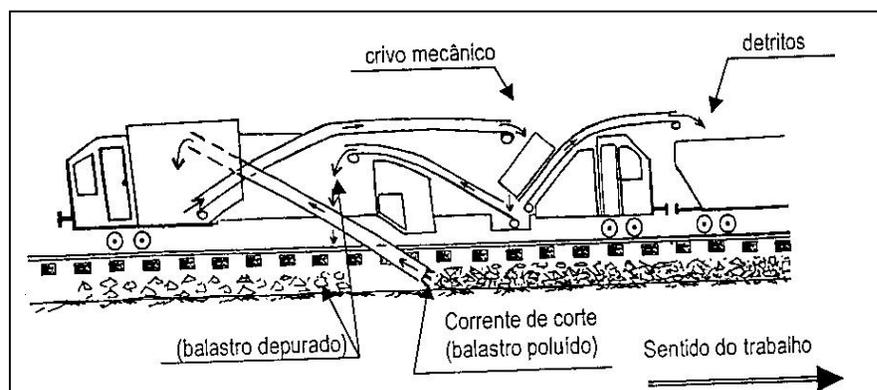


Fig.41 – Operação de desguarnecimento da via [Adaptado de 41]

4.3.6. DEPURAÇÃO DO BALASTRO

O balastro usado e ainda considerado como bom para reaplicar em vias férreas, passa normalmente por um processo de depuração, o qual consiste na crivagem dos inertes eliminando partículas finas e/ou outros detritos existentes e limpeza do balastro, permitindo assim que o mesmo se enquadre nas tolerâncias impostas para este tipo de material e para a natureza da linha em que vai ser reaplicado.

A operação de depuração mecânica do balastro pode fazer-se com recurso a desguarnecedoras de balastro, praticamente integrado no processo de execução da actividade de renovação da via, ou

mesmo através de métodos alternativos em que o balastro é depurado pela mesma via mecânica mas com outro carácter, como seja por exemplo o armazenamento em stock do material devidamente tratado para reaplicação em local a designar. Neste último caso, é corrente utilizar-se depuradoras mecânicas móveis que são usadas para este fim.

4.4. CONSERVAÇÃO/MANUTENÇÃO DA VIA

4.4.1. INTRODUÇÃO

A conservação/manutenção é um processo de organização dos trabalhos de conservação da via e aparelhos de via que se destina a manter a superestrutura em bom estado. Tendo presente a robustez e flexibilidade dos materiais de via modernos, conjugada com o elevado investimento, a via-férrea tem, nos dias correntes, cada vez menos conservação. Em contra partida e em boa verdade, as solicitações em cargas transportadas e velocidades nas linhas existentes e em exploração são cada vez maiores, o que leva ao paradigma da conservação/manutenção da via. Assim, se for ignorada a conservação da via, esta pode facilmente concorrer para uma via inoperacional ou até mesmo em linhas novas ou renovadas, desenvolver defeitos em pontos fracos que, se não forem reparados, poderão rapidamente criar deformações permanentes e irreversíveis na via, cuja solução poderá ter que passar pela substituição integral da mesma.

Numa linha nova ou renovada, os principais pontos de preocupação caracterizam-se por:

- Proximidade de Obras de arte;
- Entrada e Saída de Curvas;
- Curvas de Raio Reduzido;
- Soldaduras de carris;
- Juntas isolantes.

Por outro lado, em vias antigas, os pontos críticos são os anteriormente referidos, acrescidos dos seguintes:

- Juntas de carris;
- Aparelhos de dilatação;
- Aparelhos de via.

A selecção ou escolha sobre a linha ou grupo de linhas a intervencionar é função das características principais que, pela sua natureza, influem na fadiga e no desgaste do material considerando a densidade e velocidade das circulações, tipo de material, assentamento e idade da via, condições geográficas, climatéricas, etc.

No ponto seguinte, aborda-se os aspectos essenciais da operação de conservação/manutenção da via, descrevendo-se sucintamente as respectivas operações, muitas delas já tratadas em pontos anteriores do trabalho.

4.4.2. OPERAÇÕES PRINCIPAIS

Identificam-se como operações principais para a conservação/manutenção da via, pela ordem que normalmente devem ser executadas, as seguintes:

- Cintagem das travessas de madeira: colocação de cintas de aço à volta das cabeças das travessas para prolongar a sua duração. Esta operação permite fechar as fendas das extremidades e muito especialmente impedir que aquelas apareçam ou aumentem;
- Verificação e lubrificação de juntas: detectar fissuras, desgastes e criar condições para uma mais fácil dilatação e contracção dos carris e conservação do material. Nestas operações são examinadas todas as peças de cada junta depois da sua desmontagem completa, bem como todos os topos de carris, incluindo a zona de eclissagem;
- Regularização das folgas e quadramento das juntas: medir as folgas para verificar se estão de acordo com as tolerâncias admissíveis, verificar se estão dentro das tolerâncias os defeitos de quadramento (falsas esquadrias) das juntas dos carris;
- Rectificação do assentamento e quadramento das travessas: reposição do plano de assentamento das travessas e quadramento das travessas
- Aperto da pregação rígida e recorte dos talões e das espaldas: verificação das ligações entre carril e travessa, compreendendo a inspecção aos tirefonds e rectificação da mesa de sabotagem;
- Rectificação da inclinação transversal do carril: verificação e eventual correcção da inclinação transversal dos carris;
- Rectificação da bitola e consolidação da pregação: verificação e a correcção dos defeitos da bitola da via que pode obrigar à rectificação da pregação, executada com colocação de cavilhas nos furos existentes e a abertura de nova furação;
- Substituição de travessas de madeira: substituição de travessas assinaladas como incapazes por se encontrarem partidas, podres, fendidas em demasia, queimadas ou que não permita a consolidação da pregação e com altura inferior a 0,09m sob a mesa da sabotagem;
- Nivelamento da via (longitudinal e transversal): correcções em perfil do traçado através de ataques manuais, mecânicos, levantes medidos – com colocação de camada de gravilha de espessura calculada e recalces – levantes não medidos, com introdução de gravilha à forquilha;
- Alinhamento da via (em recta e em curva): correcção em planta do traçado da via e pode ser executado manualmente ou mecanicamente;
- Conservação de barras longas soldadas;
- Correcção do traçado e piquetagem das curvas:

4.4.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para decidir sobre eventuais acções de conservação/manutenção da via, dependendo das características intrínsecas dos troços avaliados, importa ter presente as operações que lhe estão associadas, designadamente acções de vigilância e controlo, e acções de conservação.

Nas acções de vigilância e controlo, o objectivo primordial é detectar anomalias antes que possam causar danos na via e recolher toda a informação de diagnóstico relevante que permita programar acções de conservação/manutenção da via. Nesta circunstância, as inspecções realizadas podem ser feitas a pé (ronda), com carácter periódico (semanalmente), verificando-se o aparecimento de fissuras, mossas e fracturas nos carris, aperto das ligações e fixações, funcionamento das juntas de carris e

regularidade das folgas, estado das juntas isolantes, estado dos aparelhos de dilatação, desquadramento existentes, estado geral da via na proximidade de pontos singulares, ataque das travessas, alinhamento da via, etc, ou com recurso a veículos de inspecção (veículo de registo contínuo ou inspecção ultrasónica).

Por sua vez, as acções de conservação organizam-se essencialmente em três operações singulares como sejam as revisões periódicas, intervenções pontuais na via e renovações. Na primeira situação, procede-se à verificação de todos os elementos deterioráveis da via, reparação e eventual substituição dos que estiverem deteriorados, seguida de nivelamento e alinhamento do traçado. Quanto ao segundo aspecto, incide-se sobre a reparação de fracturas, reparação de deformações, verificação e lubrificação de juntas, corte de rebarbas em juntas isolantes, aperto e substituição de parafusos, nivelamento e alinhamento da via. Por último, a operação de renovação da via, processa-se conforme já evidenciado na em pontos anteriores deste estudo.

Todos os trabalhos de conservação/manutenção da via, especialmente quando executados sem redução de velocidade, para além das medidas de segurança habituais em trabalhos de via-férrea, deverão ser objecto de cuidados especiais que restrinjam a desconsolidação da via ou os carris, destacando-se tolerâncias máximas no levante da via, no número máximo de travessas a despregar em simultâneo e a desguarnecer (por passagem da máquina), da ripagem máxima da via e dos trabalhos inerentes ao carril como seja a pregação rígida, pregação elástica com temperaturas elevadas.

5

Aspectos Técnicos Complementares

5.1. ENQUADRAMENTO

Após a abordagem com algum detalhe do domínio da superestrutura da via, expressa nos capítulos anteriores, é agora intenção do Autor tecer algumas considerações complementares sobre o tema, libertando-se de uma linguagem escrita orientada segundo uma estrutura específica, e sobretudo lembrando alguns conceitos importantes desta temática, aspectos que deverão ser tidos em consideração quando se está envolvido em projectos desta natureza, sensibilizando e captando a atenção do Leitor para situações potencialmente recorrentes nas obras ferroviárias.

Assim, no presente capítulo, começa-se por fazer uma abordagem sucinta a algumas questões importantes do “mundo” ferroviário, com os quais o Leitor deverá estar familiarizado e ser conhecedor, sobretudo quando se estiver envolvido directa ou indirectamente nesta área.

Posteriormente, são elencadas situações práticas e recorrentes na execução da superestrutura da via, algumas das quais se depararam ao Autor durante a sua via profissional, cujo objectivo principal da sua apresentação é, essencialmente, sensibilizar e alertar o Leitor, suscitando também um acto de reflexão interior sobre as questões afloradas.

Nos pontos seguintes, é dada uma continuidade de observação sobre outros assuntos relacionados com a via-férrea, sempre numa perspectiva de enfoque sobre a superestrutura da via, incidindo-se sobre a programação das actividades desta especialidade, a interacção da mesma com as restantes especialidades envolvidas no processo construtivo da via-férrea, segurança, ambiente e qualidade das obras ferroviárias e por último, a fase de entrega e recepção da obra.

5.2. NOÇÕES IMPORTANTES

5.2.1. PEÇAS DE PROJECTO

O projecto de execução da via contempla, normalmente, um conjunto de peças escritas e desenhadas com definem com precisão o objecto da obra a executar. Identificam-se, em seguida, os principais elementos constituintes do projecto:

- Peças escritas
 - Caderno de Encargos definindo as Clausulas Gerais e Particulares do contrato (comum a outras especialidades);
 - Memória Descritiva e Justificativa do Projecto da Via;

- Condições Técnicas da Via;
- Mapa de Quantidades de Trabalho da Via;
- Definição de Preços Unitários da Via;
- Medições Detalhadas do Projecto da Via;
- Peças Desenhadas
 - Perfil Longitudinal do traçado da via (Escala: V=1/100; H=1/1000);
 - Perfil em planta do traçado da via (Escala: 1/1000);
 - Plano de Assentamento do traçado da via (Escala: 1/1000);
 - Plano de Assentamento dos aparelhos de via incluindo desenhos de conjunto - aparelho e sistema de aferrolhamento (Escala: 1/50 e 1/10, respectivamente);

Um dos aspectos essenciais nas peças que constituem o contrato da empreitada, e que não faz parte do projecto de execução, é a proposta apresentada pelo Adjudicatário (ou seja, a Entidade Executante a quem o Dono de Obra entregou a obra) em sede de concurso público. Esta proposta, que inúmera vez é relegada para segundo plano de observação, é peça fundamental para entender os pressupostos com que o Adjudicatário concorreu ao concurso público e ganhou a execução da obra. Será este documento que estabelece os princípios e/ou especificidades de execução propostos pelo Adjudicatário, afectação de meios e equipamentos, programação das actividades, preços de venda e orçamento da obra, etc. Será, portanto, um documento a considerar sempre.

Importa ainda, pela sua relevância e influencia na especialidade de via, mencionar outros documentos como o Plano de Segurança e Saúde da Obra, Plano de Gestão Ambiental e Plano de Qualidade, que deverão ser também atendidos sempre que se afigure necessário.

5.2.2. PRINCÍPIOS DE EXPLORAÇÃO

As estações obedecem a numerações convencionadas, dividindo-se longitudinalmente em duas zonas, considerando-se a fronteira das mesmas o eixo do Edifício de Passageiros (EP), ou o centro geométrico da estação, caso não exista EP.

As linhas das estações são numeradas tomando como base as seguintes regras:

- As vias de estacionamento utilizam números romanos;
- As linhas de topo não afectas ao serviço comercial e as linhas protegidas por calços numeram-se do final após as linhas principais de circulação;
- Quando existir um EP na posição lateral, a numeração inicia-se na linha adjacente ao EP, aumentando a mesma consecutivamente na direcção da periferia oposta da estação;
- Quando não existir EP, ou no caso deste ser desnivelado (inferior ou superior) a numeração deve iniciar-se num dos extremos da estação, continuando consecutivamente até ao outro extremo;

Em caso de inserção de novas linhas intercaladas em linhas existentes, e para não alterar a numeração das restantes linhas da estação, utiliza-se o número da linha adjacente com número inferior, acrescido de um sufixo alfanumérico, isto é, se a linha adjacente for, por exemplo, II a nova linha será IIA.

Quando se trata de agulhas e calços (manuais e motorizadas) das estações, especialmente importante para a especialidade a superestrutura da via, imperam as seguintes regras gerais de numeração:

- A numeração das agulhas e calços tem por base números árabes, que nalguns casos são completados por sufixos de numeração romana;
- As regras de numeração das agulhas e calços são idênticas, sendo a numeração das primeiras independentes da dos segundos (ou seja, podem num mesma estação existir uma agulha e um calço com o mesmo número). Ao número de ordem dos calços acresce o prefixo “C”, enquanto no das agulhas não existe nenhum prefixo. Assim, teremos agulhas 1, 2, 3... e calços C1, C2, C3...;
- A numeração quer das agulhas quer dos calços, inicia-se por ordem crescente do elemento mais afastado do EP da estação (ou do centro geométrico da mesma, se não existir EP), para o elemento mais próximo deste;
- Do lado ascendente do EP (ou do centro geométrico da estação) os números são ímpares e lado descendente são pares;
- Caso coincidam os pontos quilométricos (Pk) de duas agulhas, numera-se prioritariamente aquela que der acesso à linha mais importante;
- No caso de agulhas motorizadas em diagonal o número árabe é o mesmo para ambas as pontas da diagonal, sendo distinguidas pelos sufixos romanos (I e II). Coloca-se o sufixo “I” naquela que se encontrar mais afastada do EP (ou do centro geométrico da estação). Assim, ter-se-á, por exemplo, 1I e 1II, 4I e 4II, etc.;
- No caso de agulhas manuais em diagonal, a numeração sufixo romano só se aplica se as agulhas forem de movimento mecanicamente conjugado. Neste caso, seguem-se as regras enunciadas no ponto anterior. Caso contrário, ou seja, se o movimento mecânico for independente, as agulhas são numeradas independentemente uma da outra;
- No caso de novas agulhas intercaladas com agulhas já existentes, para não alterar a numeração das restantes agulhas da estação, utiliza-se o número da agulha adjacente com número inferior, acrescido de um sufixo alfanumérico;

5.2.3. VIA INTERDITA À CIRCULAÇÃO

Define-se via interdita quando num troço de via é proibida a exploração ferroviária, podendo circular nesse troço apenas composições e outros veículos de serviço afectos aos trabalhos previstos.

As interdições podem ser de dois tipos, previstas ou imprevistas, quando são previamente programadas ou resultam de casos de força maior, incidentes, acidentes e avarias graves nas infra-estruturas, respectivamente.

Em trabalhos a realizar na linha com recurso a interdições previstas, a programação destes vem reflectida num documento específico emitido pelo Operador da Infra-estrutura, denominado de Ordem de Serviço (OS), onde são comunicadas a todos os interessados as interdições de via, sendo publicada uma para cada trabalho ou conjunto de trabalhos. Neste documento, consta informação relativa á natureza dos trabalhos, troço ou troços de via interdita à exploração ferroviária, estações testa de via interdita, data e hora previstas para o período de interdição de via, designação por turno os responsáveis pelos trabalhos do Operador da Infra-estrutura e Entidade Executante, indicações especiais que se torne necessário recomendar ou fazer cumprir (em função da natureza dos trabalhos

previstos) e indicação de todos os elementos necessários à execução do trabalho (quando em linha electrificadas os trabalhos exijam corte de tensão na catenária)

Existem diversos agentes que intervêm na via interdita, os quais se referem de seguida:

- Representante do Dono de Obra (pertencente ao Operador da Infra-estrutura), designado por “Dono da Obra”;
- Chefe dos Trabalhos (usualmente, pertencente à Entidade Executante);
- Controlador de Via Interdita (pertencente ao Operador da Infra-estrutura);
- Piloto de Via Interdita (usualmente, pertencente à Entidade Executante);
- Conductor de Via Interdita (usualmente, pertencente à Entidade Executante);
- Responsável de Catenária (pertencente ao Operador da Infra-estrutura);

No tocante às funções de cada agente, pode-se registar o seguinte:

- “Dono da Obra”: é o representante do Operador da Infra-estrutura que acompanha os trabalhos no local da obra, sempre que se trate de trabalhos executados por Empreiteiros Executantes;
- Chefe dos Trabalhos: técnico que tem por funções a organização e comando dos trabalhos, nos aspectos técnicos e de segurança, em conformidade com as regras em vigor e as normas aplicáveis;
- Controlador de Via Interdita: é um dos adjuntos do “Dono de Obra”, cuja função é a coordenação de toda a actividade de circulação inerente à realização dos trabalhos, até à entrada e após saída do material circulante em serviço nas vias interditas;
- Piloto de Via Interdita: na cabina de condução, orienta todas as deslocações do material que pilota dentro da via interdita, segundo directivas do Chefe de Trabalhos;
- Responsável de Catenária: é também um dos adjuntos do “Dono de Obra”, com qualificação adequada em instalações fixas de tracção eléctrica, e será designado sempre que hajam trabalhos em linhas electrificadas e exijam corte de tensão.

5.3. EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

5.3.1. AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

Tendo em vista a melhor qualidade dos trabalhos executados na via, é importante ter em linha de conta uma inspecção cuidada e incisiva, sobretudo, sobre as actividades consideradas críticas na via. Assim, fazendo referência aos trabalhos críticos da especialidade da via mencionados anteriormente, assinalam-se seguidamente, em quadro individualizados, aqueles que devem ser alvo de acompanhamento e atenção especial, caracterizando os principais parâmetros de inspecção associados, critérios de aceitação dos trabalhos e instrumentos de controlo.

Quadro 13 – Avaliação da Conformidade das Soldaduras aluminotérmicas

Controlo		Critérios de Aceitação	Meios de Controlo
Parâmetro de Inspeção	Frequência		
Distância da extremidade do carril ao eixo da travessa		> 10cm	Fita métrica
Folga no topo dos carris		[23;28] mm	Fita métrica ou apalpa folgas
Alinhamento dos carris		Carris alinhados vertical e horizontalmente	Régua metálica
Temperatura inicial do carril		[10;30]°C	Térmometro
Defeitos superficiais	100%	Ausência de poros, defeitos de fusão, fissuras ou zonas fracturadas	Visual
Flecha na mesa de rolamento		≤ 0,4 mm	Régua métrica/apalpa folgas
Flecha na face de guiamento		≤ 0,3 mm	Régua métrica/apalpa folgas
Marcação das soldaduras		Existência (mm-aa-SO-NS)	Visual

Quadro 14 – Avaliação da Conformidade da Montagem de Via

Controlo		Critérios de Aceitação	Meios de Controlo
Parâmetro de Inspeção	Frequência		
Posição da fila directriz em relação às marcas (eixo ou paralela)	20m em curva; 40m em recta	± 40mm	Esquadro/Fita métrica
Esquadria das travessas	10 em 10m	± 5mm	Esquadro/Fita métrica
Espaçamento das travessas	10 em 10m	60cm ± 15mm	Fita métrica
Bitola	10 em 10m	1668cm ± 2mm	Gueija
Esquadria da junta do carril	1 em 5 juntas	± 5mm	Fita métrica
Junta a meio vão	-	-	-

Quadro 15 – Avaliação da Conformidade da Descarga e Regularização do Balastro

Controlo		Critérios de Aceitação	Meios de Controlo
Parâmetro de Inspeção	Frequência		
Altura da camada	100%	Altura inferior à cabeça do carril	Visual
Formação das banquetas		Conformidade com o perfil tipo	Visual
Enchimento do vão entre travessas		Vão entre travessas preenchido	Visual

Quadro 16 – Avaliação da Conformidade do Assentamento de AMV

Controlo		Critérios de Aceitação	Meios de Controlo
Parâmetro de Inspeção	Frequência		
Quadramento da JCL	100%	$\pm 5\text{mm}$	Esquadro/Fita métrica
Posição da ponta da lança em relação às marcas		$\pm 2\text{mm}$	Fita métrica
Folga do encosto das lanças às contra lanças		De 0 a +1mm	Apalpa folgas
Passagem livre mínima entre a lança e a contra-lança		$\geq 60\text{mm}$	Fita métrica
Bitola		$1668 \pm 1\text{mm}$	Geuija
Cotas de protecção da ponta da cróssima		$1628 \pm 0,5\text{mm}$	Fita métrica/régua para AMV
Abertura da lança e contra-lança na zona do aferrolhamento		$160 \pm 2\text{mm}$	Fita métrica
Curso do aparelho de manobra			Fita métrica
Esforço de manobra das lanças			Dinamómetro

5.3.2.ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR

Na especialidade da via existem inúmeros aspectos técnicos que devem ser tidos em linha de conta, tendo em vista a boa execução dos trabalhos. Os aspectos aqui invocados servem, sobretudo, para chamar a atenção do Leitor para situações que podem ocorrer amiúde na construção de obras ferroviárias, e com especial incidência nos trabalhos da superestrutura da via Assim, aleatoriamente, identificam-se as seguintes situações:

- Acessibilidades ao local de trabalhos

É importante um reconhecimento e análise prévia das acessibilidades existentes ao local dos trabalhos antes do início dos mesmos, designadamente natureza das estradas (nacionais ou particulares), caminhos (públicos ou privados), bem como dos acessos à plataforma propriamente ditos (vedações existentes, desnível da plataforma em relação ao acesso, infra-estruturas existentes e já executadas, etc).

- Espaço disponível para execução dos trabalhos

Importa ter presente que a execução da via é estabelecida em plataforma já construída (em regra), que pode ter características de via única ou dupla, dependendo da natureza e características do projecto. Esta situação, acarreta muitas vezes, uma limitação de espaço útil para execução dos trabalhos, particularmente incisiva após o desenvolvimento das primeiras actividades da via, como sejam a descarga de materiais sobre a plataforma (balastro, travessas, etc.). Por tal, é crucial um estudo criterioso do modo de execução dos trabalhos, planeamento e articulação das diferentes actividades envolvidas, em especial as de descarga de materiais.

Por outro lado, chama-se a atenção para a existência de eventuais infra-estruturas já executadas (por exemplo caixas de visita, valetas de drenagem, etc), que deverão ser devidamente protegidas previamente ao início da circulação de veículos pesados sobre a plataforma, eliminando/minimizando assim potenciais danos destes elementos construtivos.

- Controlo do Balastro descarregado em obra (via rodoviária)

É essencial controlar atentamente as descargas de balastro em obra, que normalmente são em número diário significativo, inspeccionando aleatoriamente a qualidade do material descarregado (verificando a presença de detritos e terra misturada).

- Controlo das travessas descarregadas em obra

Também este material deverá merecer uma atenção especial em todo o processo de transporte e descarga em obra, procedendo-se à verificação de que as travessas não se encontram fracturadas, lascadas nas arestas mais vivas, ou com fissuras pronunciadas nas zonas críticas como seja a meio vão, mesa de assentamento do carril e fixações (por vezes, as anomalias existentes resultam de carga mal executadas em fábrica, transporte mal acondicionado ou descarga em obra com processos inadequados).

- Controlo de carril descarregado em obra

O carril deve merecer uma inspeção semelhante aos restantes materiais da via quando descarregados em obra, especialmente procurando detectar-se eventuais fissuras ou facturadas nas zonas da mesa de rolamento, face de guiamento ou patilha.

O local de descarga do carril deve ser avaliado previamente, de forma a não interferir com outros trabalhos em curso e até porque as barras têm um comprimento assinalável (normalmente 144m) não sendo aconselhável que sejam permanente mudado de sítio.

O carril deve ser deslocado para o local de assentamento fazendo-os movimentar sobre “roletes, situação que recorrentemente é ignorada em obra aquando desta tarefa.

- Descarga do Balastro em obra (via ferroviária)

Neste caso, para além da questão já apontada para a via rodoviária em que o controlo do material é fundamental, chama-se ainda a atenção para as pedras que, muitas das vezes, ficam retidas nas bordas

dos vagões balastreiros, constituindo um perigo sério e real para as pessoas quando o comboio inicia a marcha após descarga do mesmo em obra. Para evitar esta situação, deverá ser efectuada uma vistoria a toda a composição, antes de se iniciar a marcha, com vista a retirar/eliminar eventuais inertes grosseiros que tenham ficado retidos nas bordaduras e cantoneiras dos balastreiros.

Outro dos aspectos que, normalmente, se apresenta em obra é o facto de não existir uma báscula de medida à disposição exclusiva da empreitada, de forma a poder avaliar o peso efectivo do balastro descarregado em obra. Ainda que, no limite, tal situação seja possível, dificilmente acontece existir um equipamento desta natureza para pesar todos os comboios, tendo que socorrer-se a pesagens aleatórias e esporádicas em locais próprios do operador. Uma das formas de contronar o problema será fazer algumas pesagens por amostragem e calcular um valor médio aritmético do peso efectivo dos comboios, que será o estipulado para efeitos de pagamento das quantidades descarregadas me obra. No final da empreitada, far-se-á um acerto em função do perfil realmente executado na via.

- “Stock” de materiais em obra

O armazenamento de materiais em obra é habitual, criados por razões de logística dos trabalhos ou para colmatar eventuais falhas de fornecimento que possam surgir durante o decorrer da empreitada. O armazenamento de materiais, sobretudo junto ao local dos trabalhos, deve merecer uma atenção especial, e cumprir com todas as exigências técnicas definidas em normas ou instruções técnicas. Nestas circunstâncias, é importante acautelar que o local de armazenamento se apresenta devidamente regularizado, salvaguardar que este não constitui um ponto de constrangimento com trabalhos subsequentes, que infra-estruturas existentes da via-férrea não são danificadas fruto da sua criação ou mesmo, que não se encontra em locais de conflito face à funcionalidade projectada de infra-estruturas anteriormente executadas (refira-se, a título de exemplo, obras de drenagem da plataforma como sejam as passagens hidráulicas que possam ser interrompidas).

No caso do armazenamento do balastro, é crucial que local esteja devidamente regularizado (se possível, aplicando-se uma camada de “tout-venant”), para que o balastro não seja contaminado por impurezas indesejadas. Ainda nesta situação, a carga do balastro por intermédio de veículo motor (por exemplo pá carregadora), deverá ser devidamente acompanhada, sobretudo nas camadas inferiores depositadas (junto à base), uma vez que há a tendência de se recolher material de regularização com o balastro carregado. Uma das formas de se ultrapassar o problema é estimar, à priori, uma quantidade de balastro fixa que não pode ser aproveitado, como resultado do carregamento de material normalmente em condições de qualidade deficiente em contacto com a base de regularização.

- Ataques pesados de via/Regularizadora

Um dos aspectos a ter em linha de conta sobre esta matéria é a presença na via de instrumentação de sinalização (pedais de via, fiadores, balizas convel, etc.) que podem inviabilizar a prossecução normal destes trabalhos, ou pelo contrário, caso não detectada que lá se encontram, provocar a danificação destes equipamentos sensíveis.

- Juntas isolantes

Estando a execução das juntas isolantes (normais ou coladas) a cargo dos responsáveis da via, é muito importante que estas sejam executadas com precisão e por pessoal habilitado. Ocorre, muitas vezes, as barretas não serem devidamente limpas, ficando limalhas de aço provenientes da esmerilagem do carril entre a barreta e o carril, o que origina a ligação entre eles e consequente continuidade de circuitos de via, situação não desejável e contraria o princípio das mesmas.

- Ligação provisória entre carris

Muitas vezes, por não ser possível realizar as soldaduras no imediato, são ligados os carris com barretas normais metálicas, sendo contudo recorrente a não colocação completa dos parafusos da mesma, ficando fixada apenas num dos lados. Esta situação deve ser evitada ao máximo, pois configura-se numa situação de potencial perigo à circulação ferroviária, podendo o parafuso partir, ficando assim os carris “desligados”. Aconselha-se, sempre que possível, a colocação de um “C”.

No caso de aplicação de barretas para ligação provisória de carris em aparelhos de via, deverá ter-se em atenção se o aparelho vem preparado para este efeito, ou seja, se detém já furação própria para albergar os parafusos da barreta. Caso não se verifique, e não seja possível colocar um “C” de ligação, é importante avaliar se o aparelho pode ser furado uma vez que se trata de um equipamento de via especial.

- Aparelhos de via

Em função do tipo de aparelho, é necessário prever convenientemente os transportes necessários para fazer transportar o equipamento deste a fábrica até ao local da obra. Para tal, é crucial um conhecimento prévio das peças constituintes do mesmo (plano de assentamento), suas características e peso, no sentido de dimensionar o transporte o melhor possível (note-se que, em muitos casos, são precisos veículos especiais de transporte, sobretudo em aparelhos de tangente maior).

Os aparelhos de via, pela sua importância na superestrutura da via, deverão merecer sempre uma atenção particular antes, durante e após a montagem *in situ*. Após a montagem dos aparelhos é muito frequente verificar-se parafusos trocados, palmilhas colocadas em local indevido ou inexistência delas e transmissões incorrectamente montadas. Para que a montagem seja o mais conseguida possível, importar acompanhar a montagem do aparelho com o plano de assentamento respectivo, em permanência.

- “Eclissagem” de aparelhos

Os aparelhos de mudança de via ficam muitas vezes ao serviço da exploração ferroviária após assentamento na via, ainda que frequentemente não estejam totalmente montados no seu conjunto. Por essa razão, as agulhas dos aparelhos não estão ainda em condições de ser accionadas pelo sistema próprio do aparelho (balanço manual ou motor associado), surgindo assim a necessidade de se orientar manualmente as lanças no sentido desejado de circulação, seja para trabalhos de obra a realizar (normalmente em interdição de via) ou para servir o itinerário de exploração. Esta circunstância acarreta cuidados de segurança específicos por parte dos responsáveis da via, que normalmente procedem à “eclissagem” do aparelho podendo ser feito de duas formas: com colocação de barreta metálica e dois parafusos a travar a lança contra a contra-lança e tirefond encostado à lança oposta posicionado entre as duas fracções de carril, salvaguardando assim a abertura da lança (usado em aparelhos de madeira) e bloqueadores de chave que são sistemas de fechadura mais modernos e usualmente utilizados para aferrolhar a lança à contra-lança (usado em aparelho de betão). Neste último caso, a chave do bloqueador fica entregue ao chefe da estação testa, só podendo ser levantada pelo chefe dos trabalhos ou por pessoal designado pelo Operador da Infra-estrutura.

- Barretas mistas vs Fechos mistos

As barretas mistas devem ser usadas na via, sempre e somente, quando não seja possível prever um fecho misto para o local atempadamente, sobretudo quando se trata de uma transição de material velho para novo ou na ligação a aparelhos de via. As barretas mistas ou de transição destinam-se a ligar carris de perfis diferentes, mas trazem desvantagens ao material uma vez que, quer por fenómenos dilatações ou contracções das barras quer por folgas no aperto das barretas decorrente da circulação de

comboios, esta situação origina com frequência ressaltos entre perfis com consequentes “pancadas” nos carris e desgaste do material. Por esta razão, é vantajosa a aplicação de fechos mistos que correspondem a uma fracção de carril, com o comprimento mínimo de 6 metros, ligando assim duas barras ou dois carris da mesma fila.

- Continuidade eléctrica nas juntas de carris

Para assegurar o sistema de retorno da corrente de tracção, é necessário garantir a continuidade eléctrica nas juntas entre barras. Para tal, são utilizados fiadores que poderão ter um carácter provisório ou definitivo. Na situação definitiva os fiadores normalmente utilizados são formados por cabos LXV com terminais de alumínio ligados a dispositivos tipo “cembre”, por furação da alma de carril. Em situações provisórias, é frequente verificar-se a utilização de arames, fios de pequena secção ou pedaços de cabos multifilares, presos às fixações do carril que, por óxido próprio do carril e devido ao processo de fixação débil, fazem com que a superfície de contacto eléctrico não seja adequada à correntes eléctricas em jogo, correndo-se o risco de mau escoamento da corrente de tracção. Por esta razão, sempre que possível, é aconselhável a decisão por soluções definitivas que são muito mais fiáveis.

- Junta de carris

Certos de que, nos dias correntes, as juntas de carris estão cada vez mais a ser substituídas por soldaduras, verifica-se ainda a sua aplicação em linhas provisórias ou outras de menor importância. As juntas dos carris podem ser quadradas (via em que as juntas da fila esquerda ficam em esquadria com as da fila direita) ou alternadas (em que as juntas de uma fila são desencontradas das juntas da outra fila, com um desquadramento não inferior a 6 metros). As juntas normalmente encontram-se em falso, podendo contudo ser apoiadas (com uma travessa de madeira sob o carril e centrada à barreta) ou geminada (junta apoiada em duas travessas). Esta última situação trás inconvenientes de dificultar o ataque entre as travessas, mas é usada muitas vezes em vias mal consolidadas ou “dançantes”, protegendo as juntas de partir ou rachar (que também podem ser isolantes, sendo as juntas normais a situação mais preocupante).

5.4. PLANEAMENTO/PROGRAMAÇÃO DOS TRABALHOS

Para se organizar convenientemente a execução dos trabalhos, sejam eles de construção, renovação ou conservação da via, é importante ter em linha de conta todos os dados constituintes do projecto, conhecer com rigor a área de implantação da obra, avaliar os equipamentos e tecnologias disponíveis de modo a se obter as melhores produtividades e os melhores parâmetros de qualidade, bem como os considerar rendimentos ponderados, normalmente retirados da experiência que se detém em obras de cariz ferroviário.

O programa de trabalhos deve identificar as actividades principais no âmbito da via, a sua duração, o seu rendimento médio diário e o seu encadeamento e sequencialidade, podendo-se assim extrair o caminho crítico da empreitada, sobre o qual importa centrar as atenções. Os rendimentos estimados para as diferentes actividades devem ter em consideração factores particulares de estudo, como sejam as condições climáticas normais para a zona dos trabalhos, assegurando assim uma margem de segurança quanto a esta estimativa.

Seguidamente, e através do quadro abaixo, versa-se a atenção sobre os aspectos atrás mencionados.

Quadro 17 – Programação dos trabalhos de via

N.º	Actividades	Rendimentos teóricos	Mão-de-obra associada	Equipamentos associados
1	Descarga da 1.ª camada de balastro	250 ml	Motorista; Servente de via	Camião; Espalhador de inertes
2	Distribuição de travessas sobre a 1ª camada de balastro	400 ml	Condutor manobrador; Operário de via; Servente de via	“Rail-Route”; Camião; Canga de travessas
3	Descarga e distribuição de carril em barra longa	2500 ml	Condutor manobrador; Chefe de equipa da via; Operário de via; Servente de via	Locomotiva; Comboio de carris; Pórtico; Roletes
4	Montagem de via	350 ml	Condutor manobrador; Chefe de equipa da via; Operário de via; Servente de via	“Rail-Route”; Posicionador de carris; Tirefonadora; Chave de impacto
5	Balastragem para ataques de enchimento	325 ml	Condutor manobrador; Servente de via	Locomotiva; Vagão balastreiro
6	Ataques de enchimento em plena via	325 ml	Condutor manobrador; Chefe de Máquinas	Atacadeira; Regularizadora; Estabilizadora
7	Soldaduras aluminotérmicas para ligação de barras	5 un	Soldador de via; Operário de via;	Equipamento de soldadura; Rebarbadora; Esmeriladora
8	Regularização de barras	530 ml	Operário de via; Servente de via	Tirefonadora; Tensor hidráulico; Macaco manual ou Hidráulico; Compressor

9	Balastragem para ataque definitivo	1000 ml	Condutor manobrador; Servente de via	Locomotiva; Vagão balastreiro
10	Ataque definitivo em plena via	1000 ml	Condutor manobrador; Chefe de Máquinas	Atacadeira; Regularizadora; Estabilizadora

Através da figura seguinte, em formato de “Diagrama de Gantt”, procura-se reflectir o encadeamento lógico das actividades de execução clássica da via, no que concerne à superestrutura da via, da qual se extraem as seguintes conclusões:

- A actividade primeira a considerar é sempre a descarga de balastro sobre a plataforma da via, de forma a constituir os cordões de balastro onde irão assentar as travessas monobloco;
- A actividade de distribuição de travessas e descarga de carril poderão ocorrer praticamente em simultâneo, desde que exista frente de trabalho disponível e concedida pela actividade anterior;
- Logo que as travessas estão colocadas sobre o balastro (1.ª camada) e os carris estão posicionados ao lado do local de montagem, poder-se-á então iniciar o assentamento de via propriamente dito;
- Logo que haja via assente em 150 a 200m, a balastragem poderá iniciar-se, sendo imediatamente seguido pelo ataque, desde que as manobras dos veículos assim o permitam;
- Uma vez a via perto da cota final, podem desenvolver-se as soldaduras e posteriormente a regularização de barras;
- Para que ocorra a balastragem última e ataque definitivo da via, as soldaduras terão de estar já terminadas e as barras totalmente regularizadas.

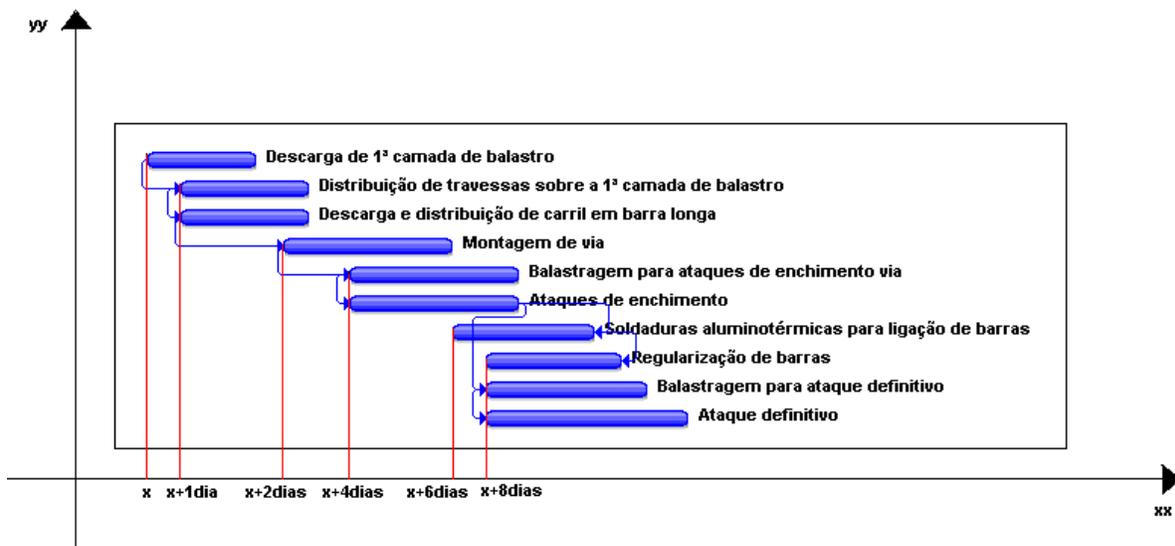


Fig.42 – Encadeamento lógico das actividades da via

5.5. INTERACÇÃO COM RESTANTES ESPECIALIDADES DA VIA-FÉRREA

Na construção de obras ferroviárias, à semelhança do que acontece noutra tipo de obras de engenharia, a coordenação e articulação entre as diversas especialidades envolvidas é factor fundamental para a boa execução dos trabalhos, cumprimentos de prazos estabelecidos e qualidade final do empreendimento.

Neste ponto, pretende-se assinalar situações de conflito entre a especialidade da via e as restantes que estão inerentes ao processo construtivo da via-férrea, chamando a atenção para situações usuais na construção e para as quais os intervenientes devem reagir atempadamente, com vista a um desenvolvimento normal e conseguido dos trabalhos previstos.

Elenca-se, de seguida, algumas das situações de conflito entre a especialidade da via e outras especialidades da via-férrea, normalmente comuns acontecerem em obras desta natureza, a saber:

- **Trabalhos de Terraplenagem**

Para que se iniciem os trabalhos da superestrutura da via é necessário que a plataforma esteja convenientemente concluída nas camadas que a constituem, tendo estas que ser devidamente ensaiadas e aprovadas. Só nestas circunstâncias é que se pode dar início aos trabalhos de via, o que por vezes constitui um factor de constrangimento ao normal desenvolvimento da obra, em razão de eventuais atrasos que possam ocorrer nesta fase.

- **Trabalhos de Catenária**

Existem inúmeras actividades de catenária (construção de maciços, colocação de postes, lançamento de cabo terra, montagem de pórticos e consolas, e lançamento de catenária), até pelos prazos normalmente apertados para execução das obras, que se sobrepõem e que se desenrolam quase em simultâneo com as actividades da via, o que leva amiúde a constrangimentos operacionais de execução na via-férrea. Atento o facto, é importante uma coordenação cuidada dos trabalhos, avaliando-se previamente ao início dos trabalhos se é mais favorável (e portanto, conseguindo-se melhores rendimentos de trabalho) iniciar as primeiras actividades de catenária sem a via ainda montada ou se, em contra partida, é mais vantajosa executar a via em primeiro lugar, procedendo-se à montagem da catenária a partir da via anteriormente instalada recorrendo a equipamento específico de construção (dresines de catenária, rail-routes, etc.).

Em obras de renovação, em que o traçado em planta da via sofre alterações face ao existente, é importante verificar antes do início dos trabalhos que não existem infra-estruturas antigas e a demolir no local de implantação do novo traçado, tendo especial atenção com os postes de catenária.

- **Trabalhos de Sinalização**

Também no que respeita aos trabalhos de sinalização, acontecem com frequência situações de conflitualidade de execução. Regista-se, por exemplo, a instalação na via de instrumentos e equipamentos de sinalização (pedais de via, balizas Convel, motores e caixas de manobra de aparelhos de via) que se configuram em sérios e reais constrangimentos às actividades de ataque mecânico pesado e regularização de balastro. Nestas circunstâncias, e ainda que usualmente seja difícil de se conseguir, o ideal será ter a via completamente executada (já com a actividade de ataque definitivo terminada) e só depois proceder à instalação dos referidos equipamentos na via, sob pena de terem que ser desmontados para execução dos trabalhos pesados da via e novamente reinstalados.

Para se estabelecerem os circuitos de sinalização na via-férrea, é necessário executar as juntas isolantes nos carris, cuja tarefa fica normalmente a cargo dos responsáveis da especialidade da via. Contudo, a marcação e piquetagem no carril (com traço e inscrição a giz) é, regra geral, da

responsabilidade da sinalização, sendo comum existir alguma desarticulação entre especialidades no que respeita a esta questão. Perante tal, e com vista à melhor coordenação da actividade, sugere-se uma marcação prévia atempada das juntas a executar, no caso de existir carril, ou uma marcação com recurso a estaca junto à via a executar, podendo inclusivamente a junta isolante ser pré-montada pela via com antecedência, sendo apenas necessário depois ripá-la para a mesa de assentamento das travessas.

Os aparelhos de mudança de via são verificados, afinados, testados e ensaiados no final da montagem por parte dos responsáveis da via, sendo no entanto de considerar que estes testes deverão ser acompanhados pelos responsáveis da sinalização, a fim de testar o aparelho e monitorizar o sistema (se for caso disso). Por esta razão, o agendamento e programação destes ensaios deverão ter em consideração o facto anterior.

Por regra, os aferrolhamentos dos aparelhos de mudança de via (suportes de esquadro, esquadros e varas de transmissão) montados no âmbito da especialidade da via, ficam instaladas no lado oposto do motor e comprovador de manobras (se existir) montados pelos responsáveis da sinalização. Ocasionalmente, por limitação de espaço na entrevista, as transmissões mecânicas do aparelho e a aparelhagem da sinalização têm de ficar do mesmo lado, o que obriga a ajustamento e adaptações nas ferragens ed transmissão. para que esta situação não degenere num conflito de execução, é importante ter presente esta ideia e acautelar ainda em fase de projecto esta situação, com vista à melhor articulação dos trabalhos em obra.

Quando há necessidade de se proceder ao levantamento de material usado de via, muitas vezes este é depositado e armazenado no local de trabalhos, isto se não for imediatamente enviado a destino final autorizado ou entregue ao Operador da Infra-estrutura. O depósito no local da obra, origina com frequência situações de conflito com outros trabalhos a realizar pelas restantes especialidades, em especial com os trabalhos de sinalização que abrem valas de grande extensão para colocação e instalação de cabos de ligação entre armários e equipamentos.

5.6. SEGURANÇA NOS TRABALHOS DE VIA

Neste ponto, é feita alusão a alguns aspectos de segurança, ambiente e qualidade das obras ferroviárias, atinente à superestrutura da via e actividades envolvidas na especialidade da via. Importa assinalar que existem normas específicas de segurança (constantes do documento próprio emitido pelo OIF), que deverão ser respeitadas por todos os intervenientes na via-férrea.

Tendo em via a execução das actividades previstas na especialidade da via com o máximo de segurança possível, identificam-se os riscos normalmente associados a cada actividade, principais medidas de segurança a ter em linha de conta e, bem assim os equipamentos de protecção colectiva e individual que devem ser observados:

Quadro 18 – Riscos/Medidas de segurança nos trabalhos de via

Actividades	Riscos Associados	Medidas de Segurança
Descarga e distribuição de carril em barra longa	Atropelamento ferroviário; Electrocussão (catenária Activa); Queda de pessoas (marcha sobre a banqueta); Queda de cargas/Esmagamento/Entaladelas (descarga de carril);	Interdição da Via (caso aplicável); Caminhos isentos de materiais e ferramentas; Iluminação artificial; Proibição de atravessar a via-férrea ou permanecer na entrevista; Verificação prévia do sistema de

		elevação de carga e instrumentos homologados; EPI's habituais;
Montagem de via	Sobre-esforços e Posturas inadequadas; Queda de objectos em manipulação; Exposição ao ruído (Utilização de equipamentos ruidosos); Entaladela ou Pancada contra objectos;	Interdição da Via (caso aplicável); Caminhos isentos de materiais e ferramentas; Iluminação artificial; Proibição de atravessar a via-férrea ou permanecer na entrevia; Verificação prévia do sistema de elevação de carga e instrumentos homologados; EPI's habituais;
Descarga Ferroviária de Balastro	Atropelamento ferroviário; Electrocussão (catenária Activa); Quedas a nível diferente (subida e descida dos vagões); Empoeiramento (silicose e congestionamento ocular);	Interdição da Via (caso aplicável); Aceder às máquinas apenas pela escada; Não descer do equipamento quando este estiver em marcha; Caminhar apenas na zona da banquetta e não atravessar a via-férrea; Buzinar antes de iniciar a marcha; Humedecimento do balastro; Utilização de máscaras;
Ataques, Regularização e Estabilização	Atropelamento ferroviário (medições de paramentos na via); Electrocussão (catenária Activa); Quedas a nível diferente (subida e descida das máquinas); Empoeiramento (silicose e congestionamento ocular); Exposição ao ruído (máquinas a operar);	Interdição da Via (caso aplicável); Aceder às máquinas apenas pela escada; Não descer do equipamento quando este estiver em marcha; Caminhar apenas na zona da banquetta e não atravessar a via-férrea; Buzinar antes de iniciar a marcha; Uso de auricular;
Soldaduras aluminotérmicas para ligação de barras	Atropelamento ferroviário; Electrocussão (catenária Activa); Sobre-esforços e Posturas inadequadas; Incêndio e Explosão (substâncias perigosas durante o corte de carril); Congestionamento Ocular por luminescência; Projecção de fragmentos e partículas; Queda de objectos em manipulação; Exposição ao ruído (Utilização de equipamentos ruidosos);	Interdição da Via (caso aplicável); Presença de extintores (pó químico ABC); Verificação da estado dos redutores mangueiras e válvulas anti-retorno; Óculos de soldador com filtro de grau 9 (UV); Luvas de protecção mecânica; Casaco/Avental de soldador em crute (descargas da soldadura e esmerilagem); Máscaras (cortes e esmerilagem); EPI's habituais;
Regularização de barras	Atropelamento ferroviário (máquinas a operar na via); Electrocussão (catenária Activa); Sobre esforços e Posturas inadequadas; Incêndio e Explosão (substâncias perigosas existentes na proximidade do corte de carril); Congestionamento Ocular por	Interdição da Via (caso aplicável); Caminhos isentos de materiais e ferramentas; Iluminação artificial; Proibição de atravessar a via-férrea ou permanecer na entrevia; Verificação prévia do sistema de elevação de carga e instrumentos

	luminescência; Projecção de homologados; EPI's habituais; fragmentos e partículas; Queda de objectos em manipulação; Exposição ao ruído (Utilização de equipamentos ruidosos);
Assentamento de AMV's	Atropelamento ferroviário; Interdição da Via (caso aplicável); Electrocussão (catenária Activa); Caminhos isentos de materiais e Congestionamento Ocular por ferramentas; Iluminação artificial; luminescência; Projecção de Proibição de atravessar a via-férrea fragmentos e Entaladela ou ou permanecer na entrevia; Esmagamento; Pancada contra Verificação prévia do sistema de elevação de carga e instrumentos objectos; homologados; EPI's habituais;

Numa perspectiva mais abrangente, enunciam-se ainda alguns princípios chave que deverão ser sempre atendidos em obras desta natureza no que respeita à segurança dos trabalhos, envolvendo portanto os responsáveis/trabalhadores da especialidade da via :

- Nenhuma parte da via poderá ser abandonada no fim de um período de trabalho sem que esta fique suficientemente consolidada e apresente todas as garantidas de segurança, especialmente em vias que ficam ao serviço depois de intervencionada;
- Deverão existir sinais sonoros e luminosos destinadas a avisar o pessoal da aproximação das circulações, sempre os trabalhos na vi o justifiquem;
- A duração dos intervalos de interdição prevista terá de ser respeitada escrupulosamente, não podendo alterar-se o horário da mesma, sem o conhecimento e consentimento prévio do OIF;
- A iluminação dos locais de trabalho na via é fundamental e deverá ser dimensionado de acordo com a natureza e pessoal envolvido nos mesmos;
- Todos os operários que exerçam funções de vigilante, que trabalhem com equipamentos e/ou actuem na via, necessitam de formação de segurança, homologada e aceite previamente pelo OIF;
- È necessário formação adicional e específica de segurança para os trabalhadores que operem com máquinas ligeiras ou pesadas ou que executem operações susceptíveis de provocar dano no material ou em perigo circulações, nomeadamente: pilotos, operadores de trefonadoras, soldadores, esmeriladores, responsáveis de via destinados a regularizar BLS, ou quaisquer outros nas condições referidas.

5.7. ENTREGA E RECEPÇÃO DA VIA

O acto de entrega e recepção da via pode ser total ou por troços da via já concluídos.

Quando os trabalhos de via estão concluídos, a Entidade Executante deve comunicar, por escrito, da sua intenção de entregar a obra considerada pronta, a fim de se realizar uma vistoria conjunta ao local e analisar a situação dos trabalhos. Caso se verifique a conclusão integral dos mesmos, de acordo com os pressupostos estabelecidos, e uma vez analisados e validados pelo OIF os seguintes elementos entregues:

- Gráficos da geometria da via resultantes das operações efectuadas pelos equipamentos de via, contemplando no mínimo os seguintes parâmetros: alinhamento, nivelamento transversal, nivelamento longitudinal e empeno;
- Registo de análises ultrasónica efectuadas a todas as soldaduras;
- Medição da geometria das soldaduras;
- Registos da verificação do estado de juntas isolantes, aparelhos de via (serão alvo de inspecção e documentação individualizada) e equipamentos instalados na via;
- Análise das fichas e medições respeitantes à esmerilagem da via;
- Peças desenhadas do projecto tal qual executado (Telas Finais),

a via ou troço de linha inspeccionado está então em condições de ser recepcionada provisoriamente (Recepção Provisória da Obra).

No período que medeia a recepção provisória e a recepção definitiva, a conservação da via fica a cargo da EE sobre todos os aspectos, garantindo o cumprimento das tolerâncias de Recepção, nos parâmetros geométricos de traçado em perfil e em planta, executando sempre que necessário, reaperto de fixações, manutenção de alinhamento curvos e rectos, manutenção do nivelamento, regularização de banquetas, conservação de aparelhos e equipamentos instalados, etc.

Para efeitos da Recepção Definitiva da obra, todos os dados anteriores terão de ser novamente apresentados (incluindo correcções que hajam sido efectuadas), comprovando assim em definitivo o bom estado geométrico da via e dos materiais aplicados.

6

Considerações Finais

O trabalho elaborado, conforme evidenciado no capítulo 1, centrou-se sobre a especialidade da via, em particular nos aspectos técnicos relacionados com a superestrutura da via. Ainda que exista bastante bibliografia disponível sobre o universo ferroviário, uma das dificuldades encontradas foi o facto de não se encontrar facilmente documentação que observe objectivamente os aspectos que fazem parte do âmbito deste estudo, isto é, a pesquisa/consulta elaborada permitiu concluir que as publicações existentes são de carácter muito abrangente, aludindo muitas vezes de forma aligeirada sobre as questões da superestrutura da via. Em todo o caso, existem normativos e legislação que fundamentam com alguma precisão aspectos técnicos da especialidade da via, ainda que sempre numa vertente iminente teórica. Quando direccionado para a componente prática da via, a melhor solução de estudo passa pelas instruções e normativos publicados pela entidade gestora da Infra-estrutura Ferroviária, no caso português, a REFER EPE.

Neste enquadramento, entende-se que os objectivos principais estabelecidos para este estudo foram cumpridos, na medida em que, sustentado pela documentação existente sobre o tema, foi possível redigir um trabalho iminente prático que aborda os principais aspectos relacionados com este domínio - a superestrutura da via. Por outro lado, através da realização deste trabalho foi possível compilar e divulgar ao Leitor a principal matéria sobre o tema em estudo (ainda que, por vezes, não de uma forma exaustiva), rever/aprofundar conhecimentos técnicos específicos e reflectir/expor situações de cariz prático que estão normalmente associados à especialidade da via aquando da execução de obras ferroviárias, designadamente em operações de construção de via nova, renovação e manutenção/conservação da via.

Atento o exposto, e em suma, o trabalho inicia-se com a apresentação e sensibilização do Leitor para os principais aspectos técnicos da via, enunciando conceitos gerais do tema, identificando os materiais de via constituintes da superestrutura, exemplificando os principais e mais usuais equipamentos de trabalho utilizados no âmbito desta especialidade e observando sobre os dispositivos mais frequentes da via, particularmente os aparelhos de via. Posta esta introdução, foram apresentadas as principais características geométricas da via, em particular os aspectos teóricos dos parâmetros geométricos da via - bitola, nivelamento transversal, nivelamento longitudinal alinhamento e empeno – compreendidas e identificadas as tolerâncias mínimas admissíveis, e bem assim assinalados os instrumentos de medida (equipamento mecânico e manual) mais frequentes em obras desta natureza utilizados na avaliação e inspecção da via. Seguidamente, e considerando-se este um dos pilares do trabalho, foram observadas as operações essenciais para a construção de vias novas – piquetagem provisória da via, balastragem da via, assentamento da via, ataque e regularização da via, estabilização dinâmica da via, esmerilagem da via, soldadura de carris, regularização de BLS,

piquetagem/etiquetagem da via, referenciação quilométrica da via e auscultação ultrasónica da via procurando – sem não esquecer os procedimentos operativos associados aos aparelhos de via. Também a renovação da via foi abordada, elencando resumidamente as operações inerentes e dando especial enfoque às questões particulares deste tipo de intervenção na via, particularmente as operações de levantamento de via existente, caminho de rolamento, desguarnecimento da via e depuração o balastro. Quanto à conservação/manutenção da via, foram apresentadas as operações basilares desta área que devem ser tidas em conta no terreno, aquando de uma intervenção na via desta natureza. Por fim, em tom de reflexão e compilação de situações vividas no âmbito da experiência profissional do Autor, foram abordados conceitos básicos e vitais para quem operar nesta área e referidas questões técnicas complementares com carácter iminente prático que deverão ser tidos em linha de conta em obras desta natureza, uma vez que são situações recorrentes e por vezes, de difícil gestão técnica em obra.

Assim, e tendo presente a globalidade do estudo elaborado, é entendimento do Autor que esta área apresenta-se como um campo de estudo muito alargado, da qual poderão e deverão surgir seguramente trabalhos de desenvolvimento e estudo mais aprofundado no futuro. Segundo o Autor, estudos mais detalhados relacionados com os aparelhos de via, identificando e pormenorizando os aspectos técnicos que estão na base dos aparelhos de via de última geração, e estudos de planeamento e programação das actividades de intervenção na via no âmbito da conservação/manutenção da infra-estrutura ferroviária e estudos de optimização apresentam-se como potenciais trabalhos a desenvolver nos próximos anos. Adicionalmente, os aspectos geométricos da via enquadram-se também numa área que oferece uma gama de estudo muito interessante e abrangente, sobretudo no campo experimental e de novas tecnologias de inspecção e medição “in situ”.

REFERÊNCIAS/BIBLIOGRAFIA

- [1] EN 13450:2005 – *Agregados para balastro de vias-férreas*, 2005.
- [2] IT.VIA.018 - *Tolerâncias dos parâmetros geométricos da via*, Versão 2, 2009.
- [3] Série EN 13231, “*Railway applications – Track – Acceptance of works*”, 2006.
- [4] Série EN 13848, “*Railway applications – Track – Track geometry quality*”, 2003.
- [5] NTV-003, *Descrição geral do veículo de análise geométrica EM-120*, 1994.
- [6] ITV 008-*Esmerilagem Preventiva Carril*, 2002.
- [7] NRV3321 - Soldaduras aluminotérmicas, 1992.
- [8] IT.VIA.003.01-*Referenciação Quilométrica da Via*, 2004.
- [9] IT.VIA.005.01-*Instruções de Piquetagem definitiva da via*, 2003.
- [10] IMV-014 - *Fabrico Montagem e Fornecimento AMV*, 1998.
- [11] IT.VIA.004.01 – *Procedimento para o Manuseamento, Transporte e Assentamento de Travessas de Betão*, Versão 1, 2004.
- [12] EI.01.017 – *Princípios de Exploração*, Versão 2, 2000.
- [13] RGS XII - Regulamento Geral de Segurança, *Serviço nas Vias Interditas À Circulação*, 1993.
- [14] RGS XII - Regulamento Geral de Segurança, *Vias Interditas À Circulação*, Texto de Apoio – Fernave, 2002.
- [15] Manuel Losada, Curso de Ferrocarriles – *Estrutura de la Via – Caderno n.º2*, Universidade Politécnica de Madrid, 2001.
- [16] Track Geometry., *General Appendix to ARTC Track & Civil Code of Practice*, 04/11/2008, 11 páginas
- [17] <http://www.refer.pt>. Maio de 2010.
- [18] <http://www.vossloh-south-america.com>. Maio de 2010.
- [19] <http://www.uic.org>. Maio de 2010.
- [20] <http://www.ua.all-biz.info>. Maio de 2010.
- [21] <http://www.railwaypart.com.pt/>. Maio de 2010.
- [22] <http://www.elektro-thermit.de>. Maio de 2010.
- [23] <http://www.cbtu.gov.br>. Maio de 2010.
- [24] <http://www.brastan.com.br>. Maio de 2010.
- [25] <http://dorbras.com.br>. Maio de 2010.
- [26] <http://www.s2m.pt>. Maio de 2010.
- [27] <http://www.somafel.pt>. Maio de 2010.
- [28] <http://www.ferrovias.pt/>. Maio de 2010.
- [29] <http://www.fergrupo.pt/>. Maio de 2010.

- [30] <http://www.comsaemte.com>. Maio de 2010.
- [31] <http://www.afnor.org>. Junho de 2010.
- [32] <http://www.rave.pt>. Junho de 2010.
- [33] <http://www.aceralia.pt>. Junho de 2010.
- [34] A. Correia dos Reis, M. Brazão Farinha, J.P. Brazão Farinha. *Tabelas Técnicas*. Edições Técnicas E.T.L.L.^{lda}, 2006.
- [35] Buddhima Indraratha, Wadud Salim, *Mechanics of Ballasted Rail Tracks – A Geotechnical Perspective*, Taylor & Francis Group PLC - London - UK, 2005.
- [36] Coenraad Esveld, *Modern Railway Track - Second Edition*, M.R.T. Productions – T.U.Delft. , 2001.
- [37] Clifford Bonnett, *Practical Railway Engineering – 2th Edition*, Imperial College Press, 2005.
- [38] *Railway Engineering*, V.A. Profillidis, 1995.
- [39] *Ballasted Track – Application and Experience with Ballasted Track* , ET.F Editions Techniques Ferroviaires - Paris, 2008.
- [40] Mr. SHEN Tsung-I, Mr. CHANG Che-Hao and Mr. HUANG Pei-Yuh, *Application Research of GRP3000 Absolute Coordinates Track Survey System on Trackworks Construction, 2006*
- [41] Fernave, *Manual de Via*, Julho de 2003.
- [42] Bernd Luber, *Railway track quality assessment method based on vehicle system identification*. Elektrotechnik & Informationstechnik, 05/2009, 6 páginas.
- [43] Brito dos Santos, Sequeira da Cruz, *Apontamentos Caminhos-de-ferro*. 1999 (revisto em 2009).
- [44] Manuel Losada, José Quereda, Curso de Ferrocarriles - *Mecanica de la Via – Caderno n.º3*, Universidade Politécnica de Madrid, 2001.
- [45] Manuel Losada, Curso de Ferrocarriles - *Exploitation Técnica– Caderno n.º5*, Universidade Politécnica de Madrid, 2001.
- [46] Manuel Losada, Curso de Ferrocarriles – *Geometria y Calidad de la Via – Caderno n.º4*, Universidade Politécnica de Madrid, 2001.
- [47] Manuel Losada, Curso de Ferrocarriles – *Estrutura de la Via – Caderno n.º2*, Universidade Politécnica de Madrid, 2001.
- [48] Track Geometry., *General Appendix to ARTC Track & Civil Code of Practice*, 04/11/2008, 11 páginas
- [49] NTV-005-*Marcação de Soldaduras aluminotérmicas*, 1995.
- [50] Instrução Técnica de Via N.ºs 1 a 15 – *Conservação Metódica da Via*, 1978/1979.
- [51] Material de via – *Proyeto e Constrution de Infra-estruturas Ferroviarias*, UPC, 2008.

ANEXOS

A.1. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS PESADOS

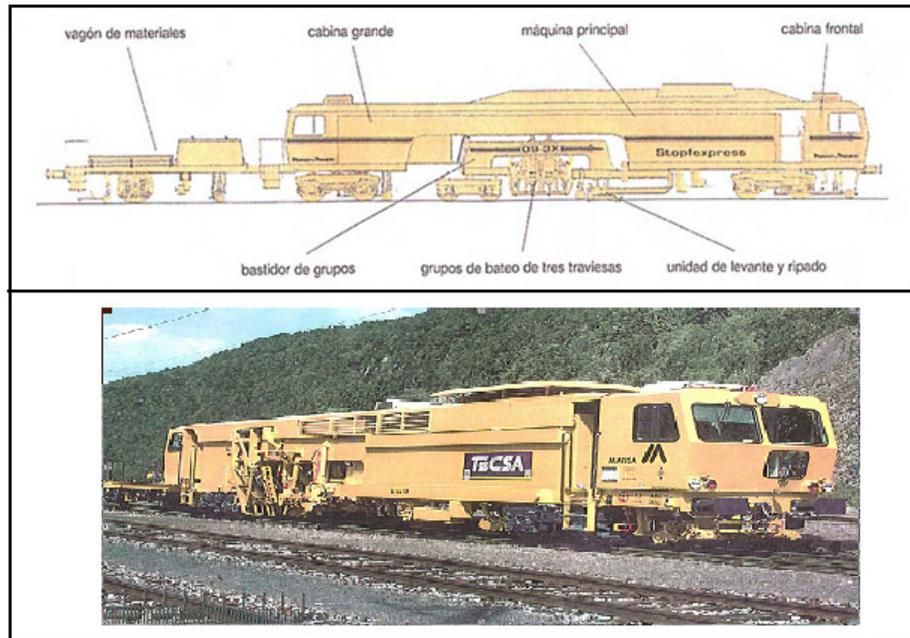


Fig.43 – Atacadeira pesada de via (Adaptado de [41])



Fig.44 – Regularizadora de balastro (Adaptado de [41])



Fig.45 – Estabilizadora de via [Adaptado da Web]



Fig.46 – Esmeriladora pesada de via (Adaptado de [41])



Fig.47 – Desguarnecedora de via [Adaptado da Web]

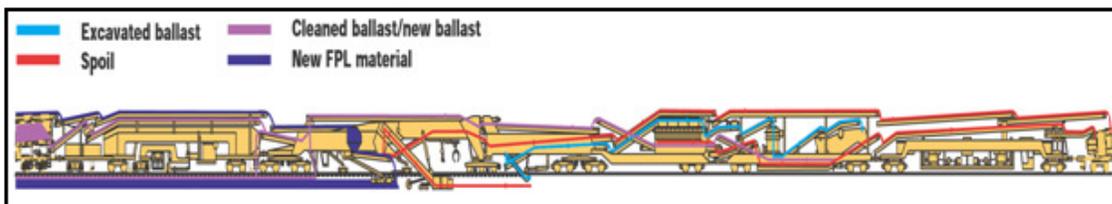


Fig.48 – Comboio de tratamento de plataformas (Adaptado de [51])



Fig.49 – Comboio de substituição (Adaptado de [41])



Fig.50 – Equipamento de soldar eléctrico (Adaptado de [41])



Fig.51 – Veículos de inspeção [Adaptado de 41, Adaptado da Web]

A.2. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE



Fig.52 – Vagões plataforma [Adaptado de 41, Adaptado da Web]



Fig.53 – Vagões de detritos (Adaptado de [41])



Fig.54 – Vagões balastreiros



Fig.55 – Vagões de transportes especiais (Adaptado de [41])

A.3. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS LIGEIROS



Fig.56 – Tirefonadoras (Adaptado de [41])



Fig.57 – Equipamento de furar carril e travessas [Adaptado de 41, Adaptado da Web]



Fig.58 – Equipamento de cortar carril (Adaptado de [41])



Fig.59 – Esmeriladora manual de carril [Adaptado da Web]



Fig.60 – Aparafusadora portátil [Adaptado da Web]



Fig.61 – Equipamentos de soldadura aluminotérmica (Adaptado de [41])



Fig.62 – Grupo ligeiro de ataque da via (Adaptado de [41])



Fig.63 – Lorys (Adaptado de [41])

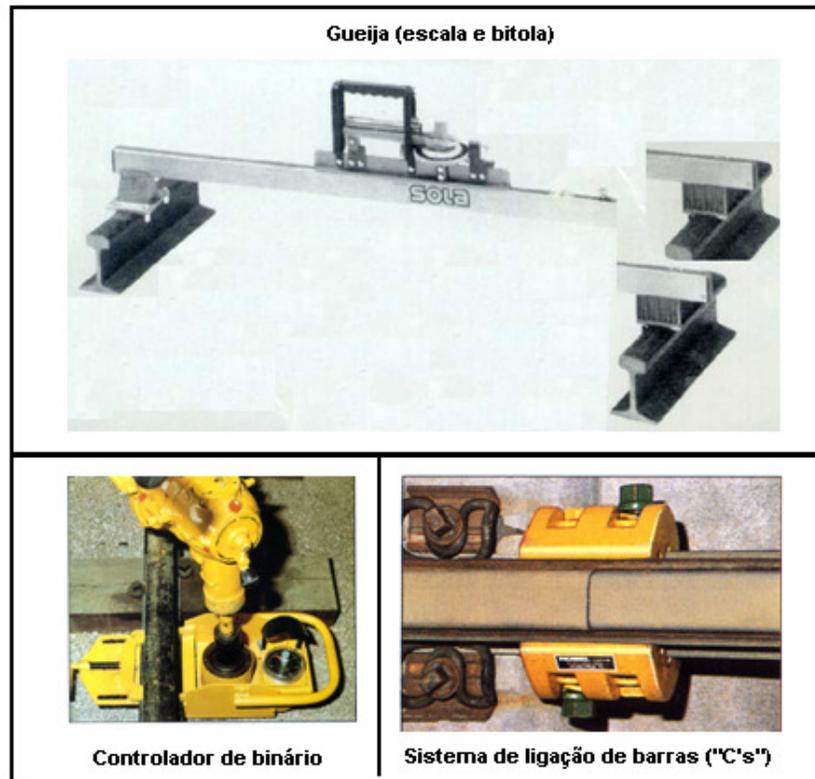


Fig.64 – Outros equipamentos de via (Adaptado de [41])

A.4. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS DE TRACÇÃO



Fig.65 – Locomotivas [Adaptado de 41, Adaptado da Web]

A.5. FOTOGRAFIAS – EQUIPAMENTOS AUXILIARES



Fig.66 – Pórticos de substituição [Adaptado de 41, Adaptado da Web]



Fig.67 – Posicionadores de carril (Adaptado de [41])



Fig.68 – Rail-Route (Adaptado de [41])



Fig.69 – Dumper e Ferro-camião *(Adaptado de [41])*