

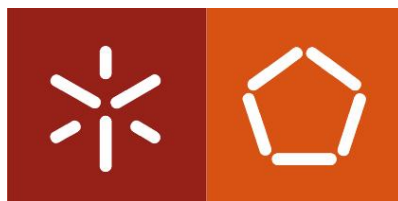
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Leonel António Vieira Lopes

“Pontes e linha do Tua: Historia, construção
e valorização ”

Novembro de 2011



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Leonel António Vieira Lopes

“Pontes e linha do Tua: Historia, construção e valorização”

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrados em Engenharia Civil

Trabalho efetuado sob orientação do Professor Doutor Paulo José Brandão Barbosa Lourenço e do Professor Doutor José Manuel Morais Lopes Cordeiro

Novembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Lourenço, pela orientação prestada, pela sua constante disponibilidade, pela partilha de ideias e conhecimentos e pelas inúmeras e cuidadas revisões deste trabalho.

Ao Professor Doutor José Cordeiro, pela amizade, ensinamentos transmitidos e disponibilidade demonstrada na coorientação deste trabalho.

Ao Professor Doutor Eduardo José Castanheira Beira, pelas várias cedências do equipamento fotográfico, usado para obtenção de documentos.

Ao meu colega Ricardo Paulino pela ajuda no reconhecimento da linha e pela bibliografia que me disponibilizou.

Ao Professor Joaquim Gonçalves pelas várias ajudas na escrita e revisão deste documento.

Ao excelentíssimo senhor Dario Silva por toda a informação e bibliografia disponibilizada para a elaboração deste trabalho.

Ao engenheiro Hugo Patrício do DEEP - Pontes - Inspeção e Diagnóstico da REFER e à excelentíssima senhora Lurdes Pucarinho, técnica do arquivo, pela ajuda da digitalização de documentos.

À Dr.^a Alexandra Gonçalves da Unidade de Gestão Documental da EP, pela dispensabilidade de documentação das pontes do vale do Tua

A todos os meus amigos que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho, nas várias deslocações feitas a linha do Tua.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a toda a minha família, principalmente aos meus pais e irmão, que estiveram presentes, nos bons e maus momentos, conseguindo sempre conciliar o corre-corre do dia-a-dia com as minhas necessidades, tendo sempre tudo para dar sem nada pedir.

À Maria José pela importância que tem para mim.

RESUMO

Este trabalho é uma abordagem ao património construído no vale do rio Tua no troço Foz Tua-Mirandela. O objetivo é reunir os elementos de carácter histórico e técnico disponíveis sobre as pontes ferroviárias e rodoviárias existentes neste vale. É também intenção deste trabalho dar a conhecer várias opções para a valorização e reutilização de vias-férreas descontinuadas, sendo estas, a valorização turística, a reutilização dos apeadeiros e armazéns para outras funcionalidades e por fim a conversão destas em Ecopistas.

Apresenta-se igualmente o estudo, a cronologia da construção e desativação da linha férrea entre Foz Tua e Mirandela, bem como aspetos importantes alusivos à construção da Barragem do Tua. É também incluída nesta dissertação uma descrição do troço Foz Tua a Mirandela. Apresenta-se ainda um estudo da ponte ferroviária de Meireles ou Cachão, representativa das pontes metálicas do troço Foz Tua a Mirandela, e o estudo da ponte Ribeira da Carvalha/Frechas, a única ponte em alvenaria no troço mencionado.

Em seguida, discutem-se as pontes rodoviárias do vale do Tua, entre Foz Tua e Mirandela, sendo apresentadas algumas das pontes representativas.

O trabalho termina com breves reflexões sobre o efeito da construção da barragem do Tua e as oportunidades que surgirão para a região transmontana tendo em vista o turismo. Apresentam-se ainda algumas sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros.

PALAVRAS-CHAVE

Caminho-de-ferro, Valorização, Reutilização, Turismo, Ecopistas, Linha do Tua, Barragem do Tua, Pontes Ferroviárias, Pontes Rodoviárias.

ABSTRACT

This work is an analysis of the heritage built in the river Tua valley in the stretch Foz Tua – Mirandela. Its objective is to gather the historic and technical elements that are available about the existent railway and roadway bridges in this valley. It also intends to display several options to valorize and reutilize discontinued railway tracks. They are the touristic valorization, the reutilization of way stations and warehouses for other functions and, finally, their conversion in Eco tracks.

I also present the study and the chronology of the construction and deactivation of the railway track between Foz Tua and Mirandela, as well as important aspects regarding the building of the Tua dam. A description of the stretch from Foz Tua to Mirandela is also included in this dissertation. Additionally, I look at the Meireles or Cachão railway bridge, representative of the metallic bridges of the Foz Tua – Mirandela stretch, and the Ribeira da Carvalha/Frechas bridge, the only masonry bridge in the mentioned stretch.

Subsequently, the roadway bridges in the Tua valley, between Foz Tua and Mirandela, are discussed, and some representative bridges are presented.

This work ends with brief reflections about the effect of the construction of the Tua dam and the opportunities that will follow for the region of Trás-os-Montes concerning tourism. Some suggestions for the development of future works are also put forward.

KEY WORDS

Railway Tracks, Valorization, Reutilization, Tourism, Eco tracks, Tua Railway Line, Tua Dam, Railway Bridges, Roadway Bridges

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. O COMBOIO	3
2.1. APARECIMENTO DO COMBOIO EM PORTUGAL E NO MUNDO	3
2.2. DESATIVAÇÃO DAS LINHAS FERROVIÁRIAS.....	7
2.3. VALORIZAÇÃO TURÍSTICA DA FERROVIA: EXEMPLOS	8
2.3.1. NA EUROPA	11
2.3.2. NA AMÉRICA	12
2.3.3. NA ÁSIA	13
2.3.4. NO PACÍFICO	14
2.3.5. EM ÁFRICA	15
2.3.6. EM PORTUGAL	16
2.4. REUTILIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES/ARMAZÉNS FERROVIÁRIOS EM PORTUGAL.....	19
2.4.1. ESTAÇÃO DE BRAGANÇA	19
2.4.2. ESTAÇÃO DE CHAVES	21
2.4.3. ESTAÇÃO DE CABEÇO DE VIDE.....	23
2.4.4. ESTAÇÃO DE ÓBIDOS	24
2.4.5. ESTAÇÃO DE COMBOIOS DE SINES	25
2.4.6. ARMAZÉM DA RÉGUA	26
2.4.7. ARMAZÉM DE VILA REAL.....	28
2.4.8. ESTAÇÃO DA FERRADOSA.....	29
2.5. REUTILIZAÇÃO DAS FERROVIAS EM PORTUGAL (ECOVIAS)	30

2.5.1.	ENQUADRAMENTO NACIONAL	31
3.	HISTÓRIA DA LINHA DO TUA	37
3.1.	IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO FOZ TUA – MIRANDELA E SUA APROVAÇÃO	37
3.2.	O ESTUDO DO TRAÇADO	39
3.3.	CRONOLOGIA DA CONSTRUÇÃO DO TROÇO FOZ TUA – MIRANDELA	40
3.3.1.	A CONSTRUÇÃO.....	42
3.4.	CRONOLOGIA DA DESATIVAÇÃO DA LINHA DO TUA.....	44
3.4.1.	O DOCUMENTÁRIO “PARE, ESCUTE E OLHE”	54
3.5.	A BARRAGEM	57
3.5.1.	PERFIL TÉCNICO	58
3.5.2.	A PRIMEIRA PEDRA DA BARRAGEM DO TUA	61
4.	A VIAGEM DO “HOJE”, NO COMBOIO DE “ONTEM”	63
4.1.	O RIO TUA E SUA PAISAGEM	63
4.2.	UMA VIAGEM DE “OLHARES”	65
5.	PONTES, VIADUTOS FERROVIÁRIOS DO TROÇO FOZ TUA- MIRANDELA.....	77
5.1.	LOCALIZAÇÃO E PRINCIPAIS CARATERÍSTICAS.....	77
5.2.	PONTE METÁLICA DE MEIRELES OU CACHÃO (VÃO 15M) – DESENHOS E CÁLCULOS	79
5.2.1.	DESENHOS	79
5.2.2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	84
5.3.	PONTE EM ALVENARIA DE RIBEIRA DA CARVALHA/FRECHAS – DESENHOS E CÁLCULOS ..	89
5.3.1.	DESENHOS	89
5.3.2.	CÁLCULOS – MEDIÇÕES	91

6. PONTES RODOVIÁRIAS DO VALE TUA ENTRE FOZ TUA – MIRANDELA.....	95
6.1. LOCALIZAÇÃO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS.....	95
6.2. PONTE DO TUA.....	97
6.2.1. DADOS TÉCNICOS	97
6.2.2. MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	98
6.2.3. DESENHOS DE EXECUÇÃO	102
6.2.4. REABILITAÇÃO DA PONTE.....	106
6.3. PONTE DE AMIEIRO	108
6.4. PONTE DE ABREIRO OU “PONTE DO DIABO”	109
6.5. PONTE DE VILARINHO DAS ÁZENHAS.....	111
6.5.1. MEMÓRIA DESCRITIVA	111
6.5.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	114
6.6. PONTE VELHA DE MIRANDELA.....	125
6.6.1. RECUPERAÇÕES E INTERVENÇÕES	125
7. CONCLUSÕES.....	133
8. BIBLIOGRAFIA	137
9. WEBGRAFIA	139
ANEXOS	143
ANEXO A - VALORIZAÇÃO TURÍSTICA DA FERROVIA: EXEMPLOS	145
NA EUROPA.....	147
NA AMÉRICA.....	153

NA ÁSIA.....	157
NO PACÍFICO	161
EM ÁFRICA	162
ANEXO B - ECOISTAS EM PORTUGAL	163
ANEXO C - HORÁRIOS DO METROPOLITANO DE MIRANDELA.....	173
ANEXO D - INVENTARIO DAS PONTES	177
INVENTARIO DAS PONTES E VIADUTOS FERROVIÁRIOS DO TROÇO FOZ TUA - MIRANDELA EXISTENTE NA REFER.....	179
INVENTARIO DAS PONTES RODOVIÁRIAS ENTRE FOZ TUA - MIRANDELA EXISTENTE NA EP	181
ANEXO E - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DA PONTE DE MEIRELES.....	189
ANEXO F - CÁLCULOS E MEDIÇÕES DA PONTE DE RIBEIRA DA CARVALHA/FRECHAS.....	195
ANEXO G - PONTE DE VILARINHO DAS AZENHAS	201
MEMÓRIA DESCRITIVA E CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	203

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Carruagem puxada por cavalos (Fonte: Web 2).....	4
Figura 2-2: Inauguração do Caminho de Inauguração do caminho-de-ferro em Portugal em 28 de outubro de 1856 (Aquarela de Alfredo Roque Gameiro).....	5
Figura 2-3: Degradação do património ferroviário na linha do Tua (Fotos do autor, maio de 2011).	8
Figura 2-4: Venice Simplon-Oriente-Express (Fonte: Web 5).....	11
Figura 2-5: Mapa do trajeto Venice Simplon-Oriente-Express (Fonte: Web 4).....	11
Figura 2-6: Royal Canadian Pacific (Fonte: Web 6).	12
Figura 2-7: Mapa do trajeto Royal Canadian Pacific (Fonte: Web 4).	12
Figura 2-8: Eastern & Oriental Express (Fonte: Web 5).	13
Figura 2-9: Mapa do trajeto Eastern & Oriental Express (Fonte: Web 4).	13
Figura 2-10: Ghan (Fonte: Web 7).....	14
Figura 2-11: Mapa referente ao trajeto Ghan (Fonte: Web 4).....	14
Figura 2-12: Blue Train (Fonte: Web 8).....	15
Figura 2-13: Mapa do trajeto Eastern & Oriental Express (Fonte: Web 4).	15
Figura 2-14: Linha férrea junto ao Rio Douro, em Aregos (Fonte: Web 10).	16
Figura 2-15: Comboio histórico do Douro, estação Foz Tua (Fonte: Web 10).....	17
Figura 2-16: Automotora 064M, estação Foz Tua (Foto do autor, maio de 2011).	18
Figura 2-17: Estação de Bragança no início do século XX (Esquerda) (Fonte: Web 12). Estação de Bragança em 1990 (Direita) (Fonte: Web 13).	19
Figura 2-18: Estação de Bragança/bancos de carruagem assentes em carris (à esquerda) (Foto do autor). Parque infantil junto da estação rodoviária da Bragança (à direita) (Foto do autor, julho de 2011).	20
Figura 2-19: Estação Rodoviária de Bragança (à esquerda) (Foto do autor). Estação rodoviária de Bragança alçado posterior (à direita) (Foto do autor, julho de 2011).	20
Figura 2-20: Antiga estação de Chaves (Fontes: Web 15 e Arquivo histórico da CP).	21
Figura 2-21: Estação de comboios de Chaves (Fonte: Web 16).....	22
Figura 2-22: Vagões sobre os antigos carris (Fonte: Web 17).....	22
Figura 2-23: Painéis de azulejos policromados de L. Batistini em 1933 (Fonte: Web 18).....	23

Figura 2-24: Estação Cabeço de Vide antes da reabilitação (à esquerda) (Fonte: Arquivo histórico da CP); Estação convertida em estalagem (à direita) (Fonte: Web 19).....	23
Figura 2-25: Estação de Óbidos modificada para oficinas de azulejaria e olaria (Fonte: Web 20).....	24
Figura 2-26: Antigo armazém da Estação de Comboios de Sines (Fonte: Web 21).....	25
Figura 2-27: Armazém da Estação de Sines reconvertido em Restaurante (Fonte: Web 21)..	26
Figura 2-28: Exterior do espaço Castas & Pratos (Fonte: Web 22).....	27
Figura 2-29: Estrutura do telhado em madeira (Fonte: Web 22).....	27
Figura 2-30: Garrafeiras com 600 vinhos diferentes (Fonte: Web 22).....	28
Figura 2-31: Interior do espaço Cais da Villa (Fonte: Web 23).....	28
Figura 2-32: Exterior do espaço Cais da Villa (Fonte: Web 23).....	29
Figura 2-33: Cais da Ferradosa (Fonte: Web 24).....	30
Figura 2-34: Mapa com a localização das Ecopistas (Fonte: Web 28).....	34
Figura 2-35: Ecopista de Sever do Vouga (Fonte: Web 27).....	35
Figura 2-36: Trajeto da Ecopista Sever do Vouga, ramal de Paradela (Fonte: Web 29).....	35
Figura 3-1: Clemente Menéres (Fonte: Web 30).....	37
Figura 3-2: Excerto do Mapa Ferroviário Português, representado a linha do Douro, a linha Tua (com o prolongamento até Bragança) e a possível ligação a Espanha, por Miranda do Douro (Fonte: IMTT).....	38
Figura 3-3: Excerto de traçado pela margem direita do rio Tua (Fonte: REFER).....	39
Figura 3-4: Linha Férrea do Tua junto da Estação de Cação (Fonte: Web 10).....	45
Figura 3-5: Vigília em defesa da Linha do Tua (Fonte: Web 33).....	45
Figura 3-6: Cartaz alusivo a uma Manifestação a favor da Linha do Tua (Fonte: Web 34).....	46
Figura 3-7: Autocarros de substituição ao serviço da CP (Fonte: RTP).....	46
Figura 3-8: Retirada do material ferroviário em 1992, estacionado nas estações de Bragança e Macedo de Cavaleiros (Fonte: RTP).....	47
Figura 3-9: Horários e movimentos de passageiros nos anos de 2011 e de 2010, respetivamente (Foto do autor, junho de 2011).	48
Figura 3-10: Modelo de Metropolitano de Superfície (Fonte: Web 35).....	48
Figura 3-11: Locomotivas Alsthom na Estação do Tua (Foto do autor, maio de 2011).	49
Figura 3-12: Estação rodoviária de Bragança (Foto do autor, maio de 2011).	49

Figura 3-13: Cartaz alusivo à defesa da Linha do Tua pelo MCPLT (Fonte: [Web 36]).....	50
Figura 3-14: Acidente ocorrido em 2007 (Fonte: SIC Noticias).....	51
Figura 3-15: Acidente caudado por desabamento de terras (Fonte: [Web 13]).....	53
Figura 3-16: Acidente de 22 de agosto de 2008 (Fonte: [Web 38]).....	54
Figura 3-17: Capa do Documentário “ <i>Pare Escute e Olhe</i> ” (Foto da Esquerda; Fonte: [Web 39]) e sinalização que inspirou o título ao autor (Foto da direita: Foto do autor).	55
Figura 3-18: Estação de Mirandela (Fotos do autor, superiores; Fotos inferiores Fonte: [Web 41]).	56
Figura 3-19: Placa representativa da cota máxima (Foto do autor, julho de 2011).....	57
Figura 3-20: Antevisão da barragem Foz Tua (Fonte: EDP).....	58
Figura 3-21: Imagem da reportagem alusiva as “Novas Barragens” (Fonte: SIC).	60
Figura 3-22: José Sócrates lança a 1ª Pedra da Barragem Foz Tua (Fonte: RTP - Esquerda); Placa alusiva a cerimónia do lançamento da 1ª Pedra da Barragem Foz Tua (Fonte: [Web 43] - Direita).	61
Figura 3-23: Obras para a construção da Barragem Foz Tua (Fotos do autor, maio e outubro de 2011).	62
Figura 3-24: Usos dos solos e infraestruturas na fase de construção (Fonte: EDP).	62
Figura 4-1: Vista do rio Tua ao km 13.9, à esquerda; vista da Linha do Tua de cima da ponte rodoviária de Abreiro, à direita (Fotos do autor, julho de 2011).	63
Figura 4-2: Sinalização junto da Estação de Santa Luzia (foto do autor, julho 2011).	64
Figura 4-3: Fotografia 1977 de um dos inúmeros muros de suporte (Fonte: [Web 44]).....	64
Figura 4-4: Início da linha do Tua e viragem brusca à direita da Linha do Tua bem como a passagem superior da EN 212 (antiga EN16-2) (Fotos do autor, maio de 2011).	65
Figura 4-5: Ponte ferroviária da Linha do Douro sobre a foz do rio Tua (Foto do autor, maio de 2011).	66
Figura 4-6: Comboio a vapor passando no viaduto das Prezas Foto de 2/8/1970 (Fonte: [Web 44]).	66
Figura 4-7: Apeadeiro de Tralhariz (Foto do autor, julho de 2011).	67
Figura 4-8: Túnel de Tralhariz (Foto do autor, agosto 2011).	67
Figura 4-9: Túnel das Fragas Más I; Viaduto de Fragas Más construída em 1962; Túnel das Fragas Más II (Fotos do autor, agosto de 2011).	68
Figura 4-10: Apeadeiro de Castanheiro (foto do autor, agosto 2011).	68
Figura 4-11: Túnel da Falcoeira (Foto do autor, agosto de 2011).	69

Figura 4-12: Ponte de Paradela (Fotos do autor, junho 2011).	69
Figura 4-13: Estação de Santa Luzia e aldeia de Amieiro (Foto do autor, junho de 2011).	70
Figura 4-14: Antigo apeadeiro de São Lourenço, à esquerda (Fonte: [Web 46]); Atual apeadeiro de São Lourenço, à direita (Foto do autor, maio de 2011).	70
Figura 4-15: Apeadeiro de Tralhão, à esquerda; Vista do telhado do apeadeiro de Tralhão, à direita (Fotos do autor, julho de 2011).	71
Figura 4-16: Estação de Brunheda (Foto do autor, junho de 2011).	71
Figura 4-17: Apeadeiro de Codeçais (Foto do autor, junho de 2011).	72
Figura 4-18: Ponte da Cabreira (Foto do autor, junho de 2011).	72
Figura 4-19: Ponte de Vieiro com o comboio a vapor, foto de 24/9/1972 (Fonte: [Web 44]), à esquerda. Vista da Estação de Abreiro, bem como da Ponte Ferroviária de Vieiro, foto tirada de cima da ponte Rodoviária de Abreiro (Foto do autor, julho de 2011).	73
Figura 4-20: Ruínas da Antiga Ponte de Abreiro e nova ponte de Abreiro ao fundo. (Foto do autor, julho de 2011).	73
Figura 4-21: Apeadeiro da Ribeirinha, à esquerda, Fonte: [Web 47]); Apeadeiro de Vilarinho, à direita, (Fotos do autor, julho de 2011).	74
Figura 4-22: Ponte ferroviária de Meireles/ Cachão, à esquerda; Estação de Cachão, à direita (Fotos do autor, julho 2011).	74
Figura 4-23: Estação de Frechas (Foto do autor, julho 2011).	75
Figura 4-24: Ponte sobre a Ribeira da Carvalha; Túnel de Frechas (Fotos do autor, outubro de 2011).	75
Figura 4-25: Antigo apeadeiro de Latadas (Demolido) (Fonte: [Web 46]).	76
Figura 4-26: Estação ferroviária de Mirandela (Fotos do autor, outubro de 2011).	76
Figura 5-1: Mapa da localização das pontes ferroviárias do troço Foz Tua – Mirandela (Fonte: Google Maps).	77
Figura 5-2: Ponte de Cachão ou Meireles (Fontes: REFER, 2007, à esquerda; fotos do autor, à direita, julho 2011).	79
Figura 5-3: Alçado da ponte de Meireles/Cachão com 15m de vão, projeto original (Fonte: REFER).	80
Figura 5-4: Alçado, desenhado em papel milimétrico, da ponte de Meireles/Cachão, com 15m de vão, projeto original (Fonte: REFER).	80
Figura 5-5: Corte transversal e vista inferior da ponte de Meireles/Cachão (Fonte: REFER e Foto do autor, outubro de 2011).	81
Figura 5-6: Aparelho de apoio que permite dilatação da ponte de Meireles/Cachão (Fonte: REFER e Foto do autor, outubro de 2011).	81

Figura 5-7: Encontros da ponte de Meireles/Cachão, do lado do Tua, à esquerda, e do lado de Mirandela, à direita (Fonte: REFER).....	82
Figura 5-8: Encontros da ponte de Meireles/Cachão, do lado do Tua, à esquerda, e, do lado de Mirandela, à direita (Fotos do autor, outubro de 2011).....	83
Figura 5-9: Corte longitudinal do encontro do lado do Tua, da ponte de Meireles/Cachão; à direita observa-se meio alçado e meio corte transversal do encontro do lado do Tua (Fonte: REFER).	83
Figura 5-10: Modelo de cálculo das vigas principais (Elaborado no FTool, software de cálculo estrutural, Criado por Luiz Fernando Martha, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Católica do Rio de Janeiro).	84
Figura 5-11: Diagrama de esforços transversos	84
Figura 5-12: Diagrama de momentos flectores.	85
Figura 5-13: Dimensões (milímetros) da secção das vigas principais.....	85
Figura 5-14: Modelo de cálculo das longarinas (FTool).....	86
Figura 5-15: Diagrama de momento fletor nas longarinas (FTool).....	87
Figura 5-16: Dimensões (milímetros) da secção das longarinas.	87
Figura 5-17: Modelo de cálculo das carlingas (FTool).....	88
Figura 5-18: Diagrama de momento fletor nas carlingas (FTool).....	88
Figura 5-19: Dimensões (milímetros) da secção das carlingas.....	88
Figura 5-20: Ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fotos do autor, outubro de 2011).	89
Figura 5-21: Alçado da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).	89
Figura 5-22: Corte longitudinal da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).	90
Figura 5-23: Corte transversal da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).....	90
Figura 5-24: Pormenor da via da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas, incluindo balastro e travessas (Fonte: REFER).	90
Figura 5-25: Corte Longitudinal do murro testa da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).	91
Figura 6-1: Mapa de localização de pontes rodoviárias sobre o rio Tua, entre Foz Tua e Mirandela (Fonte: Google Maps).	95
Figura 6-2: Ponte do Tua (Fotos do autor, junho e agosto de 2011).....	97
Figura 6-3: Passagem superior sobre a Linha do Tua (Foto do autor, maio de 2011).....	99
Figura 6-4: Planta de localização da ponte do Tua, à esquerda (Fonte: EP); Localização da ponte do Tua, à direita (Fonte Google Earth).....	99

Figura 6-5: Foto da ponte do Tua (Foto do autor, outubro de 2011).	100
Figura 6-6: Corte longitudinal do viaduto, margem do lado de Alijó, à esquerda, e corte transversal, à direita (Fonte: EP).	102
Figura 6-7: Corte longitudinal da laje para os vão extremos e para o vão central (Fonte: EP).	102
Figura 6-8: Guardas da ponte do Tua e os muretes dos seus encontros (Fonte: EP e Fotos do autor, maio de 2011).	103
Figura 6-9: Planta do encontro da margem direita (Fonte: EP).	103
Figura 6-10: Fundações do encontro da margem direita (Fonte: EP).	104
Figura 6-11: Cálculo para as escavações do encontro da margem direita (Fonte EP).	104
Figura 6-12: Perfis do terreno do acesso a ponte, do lado de Foz Tua, e os respetivos muros de suporte (Fonte: EP).	105
Figura 6-13: Perfis tipo dos muros de suporte em função das respetivas alturas (Fonte: EP).	105
Figura 6-14: Plano de betonagem da ponte do Tua (Fonte: EP).	106
Figura 6-15: Reabilitação da ponte do Tua (Foto do autor, maio de 2011).	107
Figura 6-16: Obras de reabilitação da ponte do Tua (Fonte: [Web 48]).	107
Figura 6-17: Antiga ponte metálica de Amieiro (Fonte: [Web 45]).	108
Figura 6-18: Ruínas da Ponte Abreiro ou “Ponte do Diabo” (Fotos do autor, maio de 2011).	109
Figura 6-19: Foto da antiga Ponte de Abreiro, foto anterior a 1909 (Fonte: [Web 50]).	110
Figura 6-20: Ponte de Vilarinho das Azenhas (Fotos do autor, junho de 2011).	111
Figura 6-21: Encontro do lado de Vilarinho das Azenhas, à esquerda; vista do tabuleiro da ponte de Vilarinho das Azenhas da margem esquerda do rio Tua (Fotos do autor, junho de 2011).	112
Figura 6-22: Orçamento suplementar aceite a 8 de maio 1900 (Fonte: EP).	114
Figura 6-23: Ponte Medieval de Mirandela (Fotos do autor, outubro de 2011).	125
Figura 6-24: Desenho da ponte de Mirandela (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).	127
Figura 6-25: Alçado e Planta da localização das sondagens elaboradas (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).	130
Figura 6-26: Corte transversal da ponte (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).	130
Figura 6-27: Pormenores (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).	131
Figura 6-28: Perspetiva da goteira, à esquerda, corte da goteira, à direita (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).	132

Figura 6-29: Passeio (à esquerda) e tabuleiro (à direita) da ponte de Mirandela (Fotos do autor, outubro de 2011).....	132
Figura 0-1: British Pullman (Fonte: [Web 5]).....	147
Figura 0-2: Royal Scotsman (Fonte: [Web 51]).....	147
Figura 0-3: Mapa referente ao trajeto Royal Scotsman (Fonte: [Web 4]).....	148
Figura 0-4: Northern Belle (Fonte: [Web 4]).....	148
Figura 0-5: Mapa referente ao trajeto Golden Eagle Trans-Siberian Express (Fonte: [Web 4]).....	149
Figura 0-6: Danube Express (Fonte: [Web 4]).....	149
Figura 0-7: Mapa referente ao trajeto Danube Express (Fonte: [Web 4]).....	150
Figura 0-8: Bergen Railway (Fonte: [Web 52]).....	150
Figura 0-9: Flam Railway (Fonte: [Web 53]).....	151
Figura 0-10: El Transcantábrico (Fonte: [Web 54]).....	151
Figura 0-11: Mapa referente ao trajeto El Transcantábrico (Fonte: [Web 4]).....	152
Figura 0-12: Glacier Express (Fonte: [Web 55]).....	152
Figura 0-13: Bernina Express (Fonte: [Web 55]).....	153
Figura 0-14: Rocky Mountaineer (Fonte: [Web 56]).....	154
Figura 0-15: Mapa referente ao trajeto Rocky Mountaineer (Fonte: [Web 4]).....	154
Figura 0-16: Andean Explore (Fonte: [Web 57]).....	155
Figura 0-17: Hiram Bingham (Fonte: [Web 5]).....	155
Figura 0-18: Mapa referente ao trajeto Hiram Bingham (Fonte: [Web 4]).....	156
Figura 0-19: Canadian (Fonte: [Web 4]).....	156
Figura 0-20: Mapa referente ao trajeto Canadian (Fonte: [Web 4]).....	157
Figura 0-21: Maharajas' Express (Fonte: [Web 58]).....	157
Figura 0-22: Mapa referente ao trajeto Maharajas' Express (Fonte: [Web 4]).....	158
Figura 0-23: Indian Maharaja (Fonte: [Web 59]).....	158
Figura 0-24: Palace on Wheels (Fonte: [Web 59]).....	159
Figura 0-25: Mapa referente ao trajeto Palace on Wheels (Fonte: [Web 8]).....	159
Figura 0-26: Darjeeling Himalayan Toy Train (Fonte: [Web 4]).....	160

Figura 0-27: Mapa referente ao trajeto Darjeeling Himalayan Toy Train (Fonte: [Web 4]).....	160
Figura 0-28: Indian Pacific (Fonte: [Web 7]).....	161
Figura 0-29: Sunlander (Queensland Rail) (Fonte: [Web 60]).....	161
Figura 0-30: Pride of África (Fonte: [Web 59]).....	162
Figura 0-31: Mapa referente ao trajeto Pride of África (Fonte: [Web 4]).....	162
Figura 0-32: Ecopista do Rio Minho (Fonte: [Web 27]).....	165
Figura 0-33: Trajeto da Ecopista do Rio Minho, ramal de Valença à esquerda, ramal de Monção à direita (Fonte: [Web 29]).....	165
Figura 0-34: Ecopista de Guimarães - Fafe (Fonte: [Web 29]).	166
Figura 0-35: Trajeto da Ecopista de Guimarães - Fafe, ramal de Guimarães à esquerda, ramal de Fafe à direita (Fonte: [Web 29]).	166
Figura 0-36: Ecopista do Ramal de Famalicão (Fonte: [Web 62]).	167
Figura 0-37: Trajeto da Ecopista de Famalicão (Fonte: [Web 29]).....	167
Figura 0-38: Ecopista do Corgo (Fonte: [Web 27]).....	168
Figura 0-39: Trajeto V.P. Aguiar – Pedras Salgadas (Fonte: [Web 29]).....	168
Figura 0-40: Ecopista do Sabor (Fonte: [Web 27]).	169
Figura 0-41: Trajeto de Torre de Moncorvo (Fonte: [Web 29]).....	169
Figura 0-42: Ecopista do Dão (Fonte: [Web 63]).....	170
Figura 0-43: Trajeto de Viseu Fonte: [Web 30]).	170
Figura 0-44: Ecopista do Montemor - o - Novo (Fonte: [Web 64]).	171
Figura 0-45: Trajeto da Ecopista do Montemor - o - Novo Fonte: [Web 29]).....	171
Figura 0-46: Ecopista de Mora (Fonte: [Web 27]).	172
Figura 0-47: Trajeto da Ecopista de Mora, Évora - Sempre Noivo Fonte: [Web 29]).....	172
Figura 0-48: Horários do metropolitano de Mirandela e dos táxis de substituição (Fonte: [Web 31]).	175
Figura 0-49: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Primeira pagina – Documento original (Fonte: RFER).....	191
Figura 0-50: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Segunda pagina – Documento original (Fonte: RFER).....	192
Figura 0-51: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Terceira pagina – Documento original (Fonte: RFER).....	193

Figura 0-52: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Quarta pagina – Documento original (Fonte: REFER).....	194
Figura 0-53: Primeira página dos cálculos/medições para a ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).....	197
Figura 0-54: Segunda página dos cálculos/medições para a ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).....	198
Figura 0-55: Terceira página dos cálculos/medições para a ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).....	199
Figura 0-56: Memória descritiva e cálculos justificativos (primeira pagina – Fonte EP).....	203
Figura 0-57: Memória descritiva e cálculos justificativos (segunda pagina – Fonte EP).....	204
Figura 0-58: Memória descritiva e cálculos justificativos (terceira pagina – Fonte EP).....	205
Figura 0-59: Memória descritiva e cálculos justificativos (quarta pagina – Fonte EP).	206
Figura 0-60: Memória descritiva e cálculos justificativos (quinta pagina – Fonte EP).....	207
Figura 0-61: Memória descritiva e cálculos justificativos (sexta pagina – Fonte EP).....	208
Figura 0-62 Memória descritiva e cálculos justificativos (sétima pagina – Fonte EP).....	209

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I: Inauguração das primeiras linhas férreas no Mundo [Fonte: Diretores - Bugarín, e Babo, 2007].	4
Tabela II: Tabela síntese sobre “World’s Top 25 Trains” (Fonte: Web 3) e Web 4).....	9
Tabela III: Resumo das Ecopistas em Portugal Fonte: Web 27).....	33
Tabela IV: Cadastro de pontes, viadutos e pontões do troço Foz Tua – Mirandela.....	78
Tabela VI: Principais dados técnicos da ponte do Tua (Fonte: EP).	98
Tabela VII: Inventário das pontes ferroviárias do troço Foz Tua - Mirandela existente na REFER.	179
Tabela VIII: Ponte do Tua na antiga EN16-2 (Fonte EP).	181
Tabela IX - Ponte da Brunheda na EN314-1 (Fonte: EP).	182
Tabela X: Ponte do Abreiro na EN314 (Fonte: EP).	183
Tabela XI: Ponte Vilarinho das Azenhas EN15 (Fonte: EP).	184
Tabela XII: Ponte de Frechas EN213 (Fonte: EP).	185
Tabela XIII: Ponte Açude na EN15 (Fonte: EP).	186
Tabela XIV: Ponte Medieval de Mirandela EN15	186
Tabela XV: Ponte Engenheiro José Machado Vaz (Ponte de Mirandela) EN15 (Fonte: EP)...	187

1. INTRODUÇÃO

Foram os comboios que ligaram populações, regiões, países e continentes que até então estavam completamente isolados, em percursos que demoravam semanas ou até meses, para que se estabelecesse uma simples comunicação entre si. Em torno das estações ferroviárias nasceram e cresceram vilas e cidades, onde até então praticamente nada existia. No entanto, na segunda metade do século XX, muitas regiões deixaram de ser capazes de assegurar atividade económica relevante das suas populações e assistiram a uma forte degradação e abandono das linhas férreas.

Hoje, existe a necessidade de reaproveitamento do património construído, desde as vias-férreas a todas as infraestruturas de apoio, porém a grande dificuldade prende-se com a sua reutilização adequada. As mais variáveis reutilizações destas infraestruturas constituíram-se como importantes vetores de conservação, a que se aliam a valorização histórica, patrimonial e económica.

Esta dissertação incide na linha do Tua, na sua construção e no levantamento do património construído. O estudo é direcionado ao troço e vale do Tua-Mirandela, pois será este que irá sofrer uma submersão parcial com a construção da barragem do Tua e consequente albufeira.

O objetivo principal deste trabalho é a revisão sobre o historial da construção ferroviária da Linha do Tua, bem como a identificação e o estudo das pontes metálicas e de alvenaria existentes no troço atrás referido. Este trabalho de investigação foi iniciado com uma ampla pesquisa bibliográfica sobre a desativação das linhas férreas e das várias opções para a sua valorização e reutilização. Numa segunda fase procedeu-se a recolha de informação sobre a construção e as principais características da engenharia de construção da Linha do Tua, que contou com uma recolha de documentos existentes no arquivo da REFER em Lisboa, no arquivo distrital de Bragança e nas bibliotecas Municipais de Bragança e Mirandela. Numa fase posterior foi

realizada uma deslocação aos arquivos das Estadas de Portugal para obtenção de informação sobre as pontes rodoviárias existentes no vale do Tua entre Foz Tua e Mirandela. A par destas, foram realizadas várias visitas ao local de estudo, o troço Tua – Mirandela: primeiro para um reconhecimento da linha e das características na sua envolvente, e, posteriormente, para uma identificação das pontes existentes ao longo da linha, fazendo o registo das mesmas.

Este trabalho está dividido em sete capítulos dos quais o primeiro é a presente introdução.

O segundo capítulo refere-se à desativação das linhas férreas e várias opções para a sua valorização e reutilização, sendo estas a valorização turística, a reutilização dos apeadeiros e armazéns para outras funcionalidades e, por fim, a conversão em Ecopistas.

No terceiro capítulo apresenta-se a importância, o estudo e a cronologia da construção da linha férrea entre Foz Tua e Mirandela. Neste capítulo é também referida a cronologia da desativação da linha do Tua, bem como aspetos relevantes alusivos à construção da Barragem do Tua.

O quarto capítulo inclui uma descrição do troço Foz Tua - Mirandela, dando a conhecer algumas das principais particularidades deste traçado.

O quinto capítulo inclui o estudo da ponte ferroviária de Meireles ou Cachão, com um vão de 15 metros, representativa das pontes metálicas do troço Foz Tua - Mirandela. Este capítulo contém também o estudo da ponte Ribeira da Carvalha/Frechas, sendo esta a única ponte em alvenaria no troço mencionado.

No sexto capítulo abordam-se as pontes rodoviárias do vale do Tua, entre Foz Tua e Mirandela, sendo efetuado um estudo mais detalhado das pontes com maior representatividade.

No sétimo e último capítulo apresentam-se as conclusões do estudo, sugerindo ainda alguns trabalhos futuros no seguimento deste trabalho.

2. O COMBOIO

2.1. Aparecimento do comboio em Portugal e no Mundo

Em 1769 James Watt criou a máquina a vapor, fazendo com que a dependência dos cursos de água, do vento ou da tração animal fosse progressivamente reduzida. Assim sendo, as fábricas deixaram de se fixar perto de rios, para se localizarem junto da matéria-prima, da mão-de-obra ou de zonas de escoamento de produtos. Foi na indústria a primeira aplicação da máquina a vapor, logo seguida, no início do século XIX, pela aplicação às locomotivas e aos barcos, fomentando a revolução dos transportes.

Existem, no entanto, tentativas anteriores de definir sistemas de transporte, baseado no comboio, correndo sobre carril ou trilhos previamente dispostos. “Os primeiros vestígios da existência de uma linha férrea remontam à Grécia Antiga, por volta do século VI a.C., servindo, na altura, para o transporte de barcos na zona de Corinto. Uma espécie de carruagem era empurrada por escravos ao longo de sulcos de calcário, que formavam os carris naquela época” [Lewis, 2001].

Em Portugal, na freguesia de Tresminas, existe um complexo mineiro considerado como uma das maiores explorações mineiras do mundo romano, tendo sua exploração sido iniciada durante o reinado de Augusto (27a.C. - 14d.C.), prolongando-se até à segunda metade do séc. II, e onde também se encontraram vestígios da existência de carris para o transporte dos minérios para o exterior das minas, as quais foram classificadas como Imóvel de Interesse Público em 1997.

Em 1812, mais de 25 séculos depois, e após várias tentativas fracassadas, o inglês, John Blenkinsop construiu uma locomotiva que usava dois cilindros verticais que movimentavam dois eixos, unidos a uma roda dentada que faziam acionar uma cremalheira. Esta máquina usava também carris de ferro-fundido, substituindo definitivamente os carris em madeira que serviam às carruagens que eram puxadas por animais, principalmente por cavalos (ver Figura 2-1)

[Web 1]). O aumento do preço das ferraduras para os cavalos, em consequência das exigências do duque de Wellington, quando estava em Portugal a confronto as tropas napoleónicas, alavancou o interesse na substituição dos cavalos como força motriz.

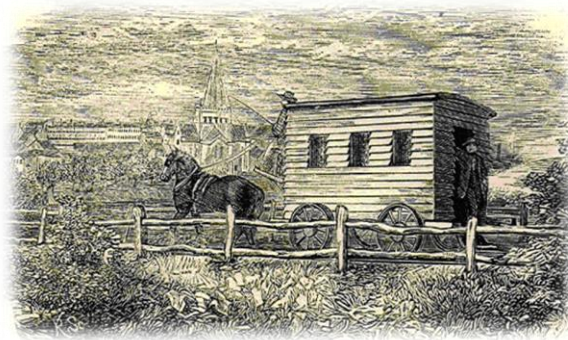


Figura 2-1: Carruagem puxada por cavalos (Fonte: [Web 2]).

Na primeira metade do século XIX o caminho-de-ferro era já uma realidade em vários países da Europa [Alegria, 1990]. O país pioneiro foi a Inglaterra, em 1825, depois a Europa Central e, mais tarde, Portugal (ver Tabela I).

Tabela I: Inauguração das primeiras linhas férreas no Mundo [Fonte: Diretores - Bugarín, e Babo, 2007].

Pais	Linha	Ano
Reino Unido	Stockton-on-Tees - Darlington	1825
França	Saint-Etienne - Andrézieux	1827
Estados Unidos	Charleston - Augusta	1830
Alemanha	Nuremberg - Furth	1830
Bélgica	Malines - Bruxelas	1830
Espanha	La Habana	1837
Áustria	Floridsdorf - Wagram	1837
Rússia	St.Peterburg -Tsarskoe Selo	1837
Holanda	Amesterdão - Haarlem	1839
Portugal	Santa Apolónia Carregado	1856

Desde 1847 que tinham sido elaborados vários projetos com vista à construção de linhas férreas em Portugal, no entanto só com a aprovação do Decreto-Lei de 6 de maio de 1852 se deu o arranque para o surgimento do transporte ferroviário em Portugal. Após a criação da Companhia das Obras Públicas em Portugal, em 1844, é proposta a construção do caminho-de-ferro entre Lisboa e a fronteira espanhola, proporcionando a possibilidade de ligação com o resto da Europa [\[Web 1\]](#). Mas só em 1856 é inaugurado o primeiro troço daquela que viria a ser a rede ferroviária nacional, entre Lisboa e Carregado (ver Figura 2-2), um troço de trinta e seis quilómetros e quinhentos metros. As obras estiveram a cargo da Companhia Central e Peninsular do caminho-de-ferro em Portugal e demoraram três anos.



Figura 2-2: Inauguração do Caminho de Inauguração do caminho-de-ferro em Portugal em 28 de outubro de 1856 (Aquarela de Alfredo Roque Gameiro).

A viagem inaugural fez-se às 10 horas do dia 28 de outubro de 1856, em 40 minutos, existindo alguns incidentes na inauguração, em que os tubos da caldeira de uma das locomotivas “rebentaram”, há jornais (“Comércio do Porto” de 31 de outubro de 1856 e “Clamor Público” de 3 de novembro de 1856) que referem que a inauguração foi feita com as seguintes locomotivas: O Comboio Real, com 14 a 17 carruagens foi rebocado pelas locomotivas Santarém (Hawthorn, 1854) e Coimbra (Egestorf, 1855); O Comboio dos convidados, com

cerca de 9 carruagens, foi tracionado pela locomotiva Lisboa (Société Expansion, 1844). Tudo leva a crer que os tubos rebentados fossem os da "Santarém", locomotiva bastante desgastada na construção da linha [\[Web 2\]](#).

Pode-se verificar que existiu um atraso significativo na implementação da ferrovia em Portugal, em relação aos restantes países (cerca de 31 anos após o pioneiro Reino Unido), que ficou a dever-se à instabilidade política e social e, de modo particular, às dificuldades económicas sentidas nessa altura [\[Web 1\]](#).

A partir de então, a ferrovia desenvolveu-se fortemente em Portugal e no mundo, contribuindo para o desenvolvimento económico [Nock, 1977]. “Os transportes são meios de interação entre espaços” [Alegria, 1990]. A consciência que todos os transportes, independentemente do tipo, são mais do que meras ligações entre povoações, contribuiu para a interação espacial e para a “correção de assimetrias regionais, no estímulo às atividades económicas e no intercâmbio cultural, económico e social entre povos e regiões, bem como no desenvolvimento social das populações” [Silva e Silva, 2004].

A dualidade do transporte ferroviário é ser determinante na organização do espaço e, simultaneamente, submisso deste mesmo espaço, ou seja, o comboio adapta-se à organização do espaço, mas também pode ser o definidor dele. Pode-se constatar duas situações distintas: as linhas que chegam aos centros urbanos, onde a implementação da linha é condicionada pelas infraestruturas existentes, e as linhas que ficam na periferia dos centros urbanos, sendo que o comboio faz, neste caso, com que a cidade se expanda até si [Silva, 2009].

No caso de zonas rurais, em que a organização do espaço é nula ou praticamente inexistente, a implementação da linha férrea é condicionada apenas pelo relevo, sendo o traçado desta o motor da organização futura do espaço. Surgem assim novos aglomerados de população, levando à intensificação da circulação de produtos agrícolas e industriais, traduzindo-se num novo fôlego à industrialização e contribuindo para o crescimento económico dessas regiões menos favorecidas.

2.2. Desativação das Linhas Ferroviárias

Na segunda metade do século XX, regiões de vários países deixaram de ser capazes de assegurar a sobrevivência económica das suas populações e assistiram a um fluxo de abandono sem precedentes, em direção a outras regiões mais ricas ou dotadas de maior capacidade de emprego. As marcas do abandono são inúmeras e muito diversas: o envelhecimento e a diminuição da população; a concorrência dos transportes rodoviários privados e públicos; os constantes investimentos na construção de autoestradas. Todos estes fatores levaram a que muitas linhas férreas tenham deixado de ser atraentes economicamente, conduzindo ao encerramento e suspensão do tráfego de passageiros e mercadorias em vários troços ferroviários, localizados maioritariamente no interior ou em zonas de baixa densidade populacional [Silva, 2009].

O encerramento das linhas férreas tem tido também consequências para as infraestruturas desativadas: a sua degradação progressiva; o crescimento de vegetação; a descaraterização do património, acrescida de atos de vandalismo; a consequente perda da memória local do caminho-de-ferro e, ainda, a ocupação ilegítima [Silva, 2009].

Ao longo das vias-férreas encontra-se um vasto património ferroviário: estações, apeadeiros, paragens, abrigos, pontes, túneis e muros de suporte, cuja degradação se vem acentuando (ver Figura 2-3). É importante inverter esta tendência, de forma a evitar o seu abandono, aproveitando o seu contributo para o desenvolvimento económico, particularmente das regiões desfavorecidas. De facto, deve ter em consideração, como é que se pode tirar partido destas infraestruturas, de forma a minimizar os problemas causados pelo seu encerramento” [Rodrigues, 2006].



Figura 2-3: Degradação do património ferroviário na linha do Tua (Fotos do autor, maio de 2011).

Hoje, mais do que nunca, e pelas razões apresentadas, existe a necessidade de reaproveitamento do património ferroviário construído, das vias-férreas às infraestruturas de apoio. A grande dificuldade prende-se na sua utilização para outros fins ou na sua conservação, referindo-se nomeadamente os aspetos de valor histórico, valor turístico ou valor patrimonial.

2.3. Valorização Turística da Ferrovia: exemplos

O aproveitamento da ferrovia com finalidades turísticas pretende assegurar o retorno económico, bem como preservar a importância histórica e cultural que esta representa para a identidade de uma comunidade.

Em 1983, surge The Society of International Railway Travelers com a publicação da revista The Traveler Railway International, dedicando-se ao turismo ferroviário, especialmente em viagens de luxo. Esta associação tem como principal tarefa publicar informação na imprensa e no seu site sobre as melhores e mais belas viagens ferroviárias do mundo, criando uma lista para o efeito designada por “World’s Top 25 Trains”. Esta associação tem publicado no seu site mais de sessenta viagens, incluindo ofertas de luxo, primeira classe, e vapor.

A publicação da “World’s Top 25 Trains” abrange uma vastíssima diversidade de viagens sendo dissociadas por região e por categoria. Em seguida apresenta-se uma tabela (Tabela II) síntese das vinte e cinco viagens escolhidas pela Society of International Railway Travelers.

Tabela II: Tabela síntese sobre “World’s Top 25 Trains” (Fonte: [Web 3](#)) e [Web 4](#)).

Nome	Categoria	Região	Distância	Data de construção	Capacidade (Passageiros)
Venice Simplon – Orient	Luxo	Europa	Paris a Istambul	1920	De 100 a 190
British Pullman	Luxo	Europa	Paris a Londres	1920; 1930	226
Royal Scotsman – grand Tour	Luxo	Europa	Inglaterra, Escócia e País de Gales	1960	36
Goldeerian Expressn Trans - Siberian	Primeira classe	Europa	Rússia a Sibéria	2007	Sem informação
Danube Express	Primeira classe	Europa	Budapeste a Istambul	2008	42
Bergen Railway	Primeira classe	Europa	Suécia a Noruega	1909	Sem pernoite a bordo
Flam Railway	Primeira classe	Europa	Suécia a Noruega	Sem informação	Sem pernoite a bordo
El Transcantábrico	Luxo	Europa	Norte de Espanha	1983	52
Glacier Express	Primeira classe	Europa	Suíça Zermatt a St. Moritz	Sem informação	Sem pernoite a bordo
Bernina Express	Primeira classe	Europa	Chur a Piz Bernina	1910	Sem pernoite a bordo
Royal Canadian Pacific	Luxo	América	Canadá	1920; 1950	32
Rocky Mountaineer	Primeira classe	América	Canadá	1990	Sem informação
Andean Explorer	Primeira classe	América	Cusco para Puno e Lago Titicaca	1920	Sem informação
Hiram Bingham	Luxo	América	Cusco a Machu Picchu	Sem informação	42
Canadian	Primeira classe	América	Toronto e Vancouver	Sem informação	Sem informação
Eastern & Oriental Express	Luxo	Ásia	Singapura, Malásia, Bangkok	1991	Sem informação

Tabela II (continuação): Tabela síntese sobre “World’s Top 25 Trains” (Fonte: [\[Web 3\]](#) e [\[Web 4\]](#)).

Nome	Categoria	Região	Distancia	Data de construção	Capacidade (Passageiros)
Expresso de Marajás	Luxo	Ásia	Índia	2010	84
Deccan Odyssey	Luxo	Ásia	Deli a Mumbai	2003	Sem informação
Palace on Wheels	Primeira classe	Ásia	Índia	1982	Sem informação
Darjeeling Himalayan Toy Train	Vapor	Ásia	Mumbai a Calcutá	1879; 1881	Sem informação
Indian Pacific	Primeira classe	Pacífico	Perth e Sydney	1917; 1970	Sem informação
Ghan	Primeira classe	Pacífico	Darwin	1878	Sem informação
Sunlander	Primeira classe	Pacífico	Cairns para Brisbane	Sem informação	Sem informação
Rovos Rail Pride of Africa	Luxo	África	Cabo para Dar es Salaam	1920	72
Blue Train	Luxo	África	Pretoria a Cidade do Cabo	Sem informação	74

Para melhor conhecimento de cada uma das viagens acima referidas, passa-se a descrever alguns dos aspetos que as levaram a ser seleccionadas para esta listagem, e cuja apresentação será feita por região.

2.3.1. Na Europa

Venice Simplon-Oriente-Express (ver Figura 2-5) - Repleto de histórias e romance, com uma decoração cuidadosamente restaurada, o Venice Simplon-Oriente-Express proporciona uma forma inesquecível de visitar as cidades mais elegantes da Europa. O comboio possui compartimentos espaçosos, cozinha requintada e serviço de elevada qualidade (ver Figura 2-4) [Web 5]. No Anexo A apresentam-se as restantes nove viagens que se pode usufruir na Europa.



Figura 2-4: Venice Simplon-Oriente-Express (Fonte: [Web 5]).



Figura 2-5: Mapa do trajeto Venice Simplon-Oriente-Express (Fonte: [Web 4]).

2.3.2. Na América

Royal Canadian Pacific (ver Figura 2-7) - Com serviço elegante e mobiliários tradicionais, a Royal Canadian Pacific unifica os veículos dos anos vinte, 1920, com os da chamada era da locomotiva (1950) para oferecer um serviço de luxo nos moldes do século XXI. Possui um excelente padrão gastronómico e compartimentos confortáveis, que permitem usufruir da imensa beleza da paisagem canadiana. Também conhecido como o Oriente Express do Canadá, os 32 passageiros podem desfrutar de serviços 5 estrelas, enquanto admiram as famosas Montanhas Rochosas (ver Figura 2-6) [\[Web 6\]](#). No Anexo A apresenta-se as restantes quatro viagens que se pode usufruir na América.



Figura 2-6: Royal Canadian Pacific (Fonte: [\[Web 6\]](#)).

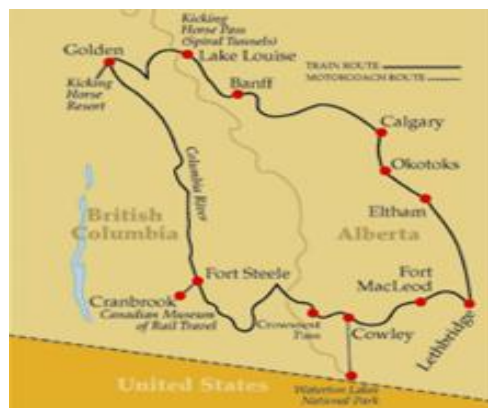


Figura 2-7: Mapa do trajeto Royal Canadian Pacific (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

2.3.3. Na Ásia

Eastern & Oriental Express (ver Figura 2-8) - Belezas raras não são encontradas apenas em todos os destinos percorridos pela Eastern & Oriental Express atinge, mas também na própria ornamentação. Com capacidade para 132 passageiros, a promessa é oferecer uma viagem de luxo, com serviços personalizados. Os compartimentos são confortáveis, mais do que simples acomodações, enquanto a cozinha traz menus sempre atualizados. Embora o comboio originalmente funcionasse apenas entre Singapura e Bangucoque (Tailândia), os novos itinerários incluem Bangucoque-Vientiane (Laos), passando por Chiang Mai (Tailândia) (ver Figura 2-9) [Web 5]. No Anexo A apresentam-se as restantes quatro viagens que se pode usufruir na Ásia.



Figura 2-8: Eastern & Oriental Express (Fonte: [Web 5]).



Figura 2-9: Mapa do trajeto Eastern & Oriental Express (Fonte: [Web 4]).

2.3.4. No Pacífico

Ghan (ver Figura 2-11) - Com sua rota ampliada recentemente, quando foi acrescentada a passagem por Darwin, o Ghan tem aumentando a sua popularidade. Este trajeto especial de Adelaide até Darwin atrai muitos turistas, visto que em 48 horas percorre 2.980 quilómetros (ver Figura 2-10 [Web 7]). No Anexo A apresentam-se as restantes duas viagens que se pode usufruir no Pacífico.



Figura 2-10: Ghan (Fonte: [Web 7]).



Figura 2-11: Mapa referente ao trajeto Ghan (Fonte: [Web 4]).

2.3.5. Em África

Blue Train (ver Figura 2-12) - Em pouco menos de 1.600 km, e em 27 horas, o comboio de luxo faz o seu percurso entre Pretória e Cidade do Cabo. O serviço possui dois comboios, com capacidade para 74 e 58 passageiros, com toda a comodidade para que a viagem agradável e confortável. O serviço é de luxo, com cozinha gourmet (ver Figura 2-12) [Web 8]. No Anexo A apresenta-se a restante viagem que se pode usufruir em África.



Figura 2-12: Blue Train (Fonte: [Web 8]).



Figura 2-13: Mapa do trajeto Eastern & Oriental Express (Fonte: [Web 4]).

2.3.6. Em Portugal

Conhecer Portugal através do turismo ferroviário é quase uma novidade. De facto, alguns entusiastas do caminho-de-ferro aliaram o seu voluntarismo ao profissionalismo de um operador turístico e encontraram soluções para viagens organizadas pelas linhas do Norte. O rio Douro dá o nome a uma das linhas de caminho-de-ferro mais bonitas de Portugal, e que serve ainda de suporte a um complexo ferroviário que, noutros tempos, rasgava o nordeste transmontano. As linhas do Tua (Tua – Mirandela), do Corgo (Régua – Vila Real) e do Tâmega (Livrção – Amarante) acompanham o leito dos rios que lhes dão o nome [\[Web 9\]](#).

A linha ferroviária do Douro tem 203 km de extensão e desenvolve-se, na sua maior parte, junto às margens do rio Douro (ver Figura 2-14), ligando atualmente o Porto ao Pocinho. Foi uma notável obra de engenharia, concluída em 1887, após doze anos de intensos trabalhos, vencendo inúmeros obstáculos naturais, facto comprovado pelos vinte e seis túneis e trinta pontes que nela existem.

A Linha do Corgo liga atualmente a Régua a Vila Real, onde chegou em 1906. O troço Régua - Vila Real vence um desnível de 360 m em 26 km, acompanhando o rio Corgo pela margem esquerda.



Figura 2-14: Linha férrea junto ao Rio Douro, em Aregos (Fonte: [\[Web 10\]](#)).

Atualmente existem encerramentos de linhas férreas, faltando-lhes gente para viajar, principalmente em traçados de aldeias mais desertificadas. Tal cenário levou a que estas vias descobrissem uma nova vocação no turismo que, a par de alguma função social de transporte, lhes garanta a sobrevivência e um mínimo de viabilidade económica. A oferta é diversificada, desde uma viagem simples num comboio regular até programas de cinco dias por toda a linha do Douro. A organização trata dos horários dos comboios e assegura dormida em casas de turismo de habitação, que começam a ver na proximidade à linha férrea uma oportunidade de negócio.

O turismo ferroviário no Douro conseguiu aliar-se ao turismo já existente, o de viagens de cruzeiros pelo rio Douro, fez com que a oferta despertasse, com pacotes de viagens de um a oito dias com subidas de comboio e descidas de barco ou vice-versa. Esta simbiose torna-se perfeita, numa paisagem classificada como património mundial pela Unesco. Existem várias empresas a prestarem este tipo de serviços durante todos dias da semana, durante todo o ano.

O turismo fluvial tornou-se nos últimos anos, a face mais visível do desenvolvimento do Douro, a ponto de movimentar cerca de 200 mil pessoas por ano, número que obriga a região e os operadores turísticos a concentrarem o seu olhar para as margens do rio, à espera de ver o comboio cumprir a sua missão [Web 11]. Viajar nos comboios históricos do Douro (ver Figura 2-15) é possível em carruagens do início do século passado, com tração a vapor (Henschel Loco 0187), ou Diesel (série 1400).



Figura 2-15: Comboio histórico do Douro, estação Foz Tua (Fonte: [Web 10]).

A locomotiva a vapor circula entre Régua e Foz - Tua, levando as carruagens de madeira para uma viagem junto do rio Douro, a 50 km/h, entre vinhedos e socos, encaixados nas elevações montanhosas, tendo como plano de fundo o rio Douro e as sucessivas barragens que o tornaram navegável às embarcações turísticas. Ao longo desta viagem, os turistas usufruem de Belezas únicas, de música tradicional e dos produtos regionais, como a bola de carne e o vinho do Porto, a um custo de 45 euros (valores em 2011).

Jorge Costa, presidente do Instituto de Planeamento e Desenvolvimento do Turismo, em 2010 definiu o objetivo de atingir 400 mil dormidas em 2013, aumentando o tempo de permanência dos turistas, que ficam em média apenas 1,5 noites. Em 2009 o Douro apresentou, aos fins-de-semana, uma taxa de ocupação de 51,2%, 4,1 pontos acima da média nacional [\[Web 11\]](#).

Ricardo Magalhães, presidente da Estrutura de Missão do Douro (EMS), assume a ligação ferroviária Pocinho – Barca d’Alba como “um projeto estruturante para o Douro” [\[Web 11\]](#). Recuperar o troço de 25 quilómetros e voltar a unir o Porto a Salamanca por comboio é uma velha promessa, com um investimento que ronda os €28 milhões, um projeto ambicioso, que no entanto está pendente da evolução da conjuntura económica [\[Web 11\]](#).

Salienta-se que não existe oferta do segmento de luxo na Linha do Douro, sendo o transporte corrente feito pelas Automotora “M” (ver Figura 2-16).



Figura 2-16: Automotora 064M, estação Foz Tua (Foto do autor, maio de 2011).

2.4. Reutilização das estações/armazéns ferroviários em Portugal

O conhecimento e a valorização dos bens culturais e patrimoniais despertam com o sentimento de cidadania e com a noção de que expressam a história e a tradição local e regional, por isso a sua revitalização é uma alternativa para o desenvolvimento e conservação do património.

A valorização de edifícios (estações e apeadeiros inativos) representa um reaproveitamento do património construído que foi abandonado com o fecho das linhas. Apresentam-se em seguida, vários exemplos de reabilitação deste património para outros usos.

2.4.1. Estação de Bragança

A Estação Ferroviária de Bragança, mais conhecida como Estação de Bragança foi uma antiga infraestrutura da Linha do Tua, que servia a localidade brigantina (ver Figura 2-17).



Figura 2-17: Estação de Bragança no início do século XX (Esquerda) (Fonte: [\[Web 12\]](#)). Estação de Bragança em 1990 (Direita) (Fonte: [\[Web 13\]](#)).

O programa definido para esta zona propunha uma nova forma de organização de uma área bastante degradada, aproveitando o espaço envolvente. Foram recriados três blocos independentes e ligados entre si por percursos cobertos. O tratamento paisagístico da envolvente incluiu árvores, jardins bancos assentes em carris (ver Figura 2-18, à esquerda), esplanadas, bares de apoio e

um parque infantil (ver Figura 2-18, à direita). O principal objetivo foi criar uma estação rodoviária, que também fosse um lugar de estar e de circulação pedonal (ver Figura 2-18).



Figura 2-18: Estação de Bragança/bancos de carruagem assentes em carris (à esquerda) (Foto do autor). Parque infantil junto da estação rodoviária da Bragança (à direita) (Foto do autor, julho de 2011).



Figura 2-19: Estação Rodoviária de Bragança (à esquerda) (Foto do autor). Estação rodoviária de Bragança alçado posterior (à direita) (Foto do autor, julho de 2011).

A construção da Estação Rodoviária, iniciada em 2002, representou uma solução moderna, de elevada centralidade, numa intervenção de valorização do património, em que se focalizou na recuperação do edifício central da antiga Estação Ferroviária e a integrou uma vasta operação de requalificação urbanística. O valor do investimento foi de um milhão e novecentos mil euros [\[Web 14\]](#).

2.4.2. Estação de Chaves

Com 97 km, a linha do Corgo foi inaugurada a 1921 e estende-se da Régua a Chaves. A bitola utilizada é a “estreita” e supera um desnível de 370 metros nos 25 quilómetros entre a Régua e Vila Real, serpenteando o vale do Rio Corgo, sendo conhecidas as histórias passadas no “U” de Carrazedo, onde a linha contorna um vale antes de atingir a estação (ver Figura 2-20). Com a reduzida velocidade do comboio, muitos se aventuraram a sair dele e a apanhá-lo novamente mais à frente. A linha possuía outro “U” na rampa entre Loivos e Oura. Este foi o primeiro traçado de via “estreita” construído e explorado pelo Estado Português.



Figura 2-20: Antiga estação de Chaves (Fontes: [Web 15](#) e Arquivo histórico da CP).

A adaptação da estação de Chaves transformou-a num moderno espaço multiusos com cinco valências autónomas, sendo o investimento aproximadamente de 7,5 milhões de euros. O antigo edifício da estação serve de sede a duas divisões autárquicas, a divisão da Cultura, Tempos Livres, Educação, Desporto; e a divisão de Ação Social. O cais de mercadorias abriga a Federação Cultural Chaves Viva, o Centro de Recursos Educativos, a Oficina Transfronteiriça de Informação Juvenil, Espaço Internet (sala com 12 computadores) e ainda uma Sala multiusos (ver Figura 2-21); para leste do cais de mercadorias está previsto o Museu Ferroviário. As antigas oficinas da CP receberão um restaurante com capacidade para 50 pessoas. Num terceiro complexo prevê-se a fixação da Escola de Artes e Ofícios e no subsolo será

construído um parque de estacionamento de mil metros quadrados. O projeto é considerado um dos melhores reaproveitamentos do património desativado do Nordeste Peninsular.



Figura 2-21: Estação de comboios de Chaves (Fonte: [Web 16](#)).

A memória é também resguardada pela presença de duas vias-férreas com 50 metros de comprimento, nas quais repousam dois vagões de cor vermelha e preta, cuidadosamente restaurados. Ficam à esquerda da antiga estação, na área adjacente da antiga cocheira (ver Figura 2-22).



Figura 2-22: Vagões sobre os antigos carris (Fonte: [Web 17](#)).

2.4.3. Estação de Cabeço de Vide

A estação de Cabeço de Vide pertence ao ramal de Portalegre e é um edifício de linhas graciosas, no seu traçado marcadamente português, nos seus granitos trabalhados, no beiral e cimalha portugueses e nos painéis de azulejos policromados, pintados por L. Batistini em 1933. Os motivos dos painéis exteriores são sugestivos e caracterizam atividades locais, tais como a apanha da azeitona, trajes do campo e da Vila, criação de cavalos, pastoreio de ovelhas, debulha do trigo com bestas, tiragem da cortiça, lavra da terra com muars, a sementeira, a ceifa, entre outros (ver Figura 2-23) [\[Web 18\]](#).



Figura 2-23: Painéis de azulejos policromados de L. Batistini em 1933 (Fonte: [\[Web 18\]](#)).



Figura 2-24: Estação Cabeço de Vide antes da reabilitação (à esquerda) (Fonte: Arquivo histórico da CP); Estação convertida em estalagem (à direita) (Fonte: [\[Web 19\]](#)).

2.4.4. Estação de Óbidos

A concorrência do transporte rodoviário, bem como a redução dos horários, levaram a uma diminuição do número de passageiros nesta estação, levando, em 2000, a Câmara Municipal de Óbidos a fazer uma parceria com a REFER. Por um período renovável de cinco anos, tornou-se possível a criação de dois ateliês cerâmicos, com artesãos a trabalhar ao vivo, sendo ali ainda lecionados cursos, a par da criação de espaços de lazer e educativos, destinados aos alunos das escolas do concelho.

As duas oficinas ocupam a gare da estação, nomeadamente a zona onde eram as bilheteiras, o balcão e a sala de espera; existe também um posto de turismo. No primeiro andar, onde costumavam morar funcionários da CP, serve agora de camarata, à disposição da Câmara, que ali pode instalar alguns grupos musicais e outros artistas (ver Figura 2-25).



Figura 2-25: Estação de Óbidos modificada para oficinas de azulejaria e olaria (Fonte: [Web 20](#)).

Com esta ocupação, a REFER vê valorizado um espaço seu, que se encontrava quase abandonado, e admite até repetir o modelo noutras estações que estão desativadas na Linha do Oeste, consoante o interesse das respetivas autarquias. Apesar desta iniciativa, inicialmente, pretender ajudar a dar vida à estação, a mesma esta quase sempre fechada, pelo que o novo programa não parece ser adequado a uma reutilização.

2.4.5. Estação de Comboios de Sines

No final do século XIX já se projetava a estação de comboios de Sines, sendo o primeiro projeto datado de 1898. No entanto, só a 14 de setembro de 1936 o comboio chega a Sines pela primeira vez.

Além de passageiros, eram transportadas mercadorias que ficavam armazenadas num edifício de apoio à Estação, denominado “Cais Coberto”. Com o decorrer dos tempos, este edifício de piso térreo passou a designar-se “Cais da Estação”, perdendo as suas funções na década de 80, data em que a Estação de caminho-de-ferro da CP foi desativada.

Em 2005, após décadas de degradação e abandono (ver Figura 2-26), no âmbito de um projeto de requalificação, surge a oportunidade de recuperar o referido armazém e transformá-lo num espaço de restauração.



Figura 2-26: Antigo armazém da Estação de Comboios de Sines (Fonte: [\[Web 21\]](#)).

A 26 de fevereiro de 2009, após três longos anos de reconstrução e recuperação, o antigo armazém da Estação de Comboios de Sines surge reconvertido em Restaurante Marisqueira (ver Figura 2-27), exibindo o nome da sua antiga função. Ao entrarmos neste espaço deparamo-nos com uma atmosfera envolvente que no faz reviver a “alma do antigo “Cais da Estação” [\[Web 21\]](#).



Figura 2-27: Armazém da Estação de Sines reconvertido em Restaurante (Fonte: [Web 21](#)).

Com capacidade de 165 lugares, distribuídos por 4 espaços distintos, e cuidadosamente decorados (sala Cais, Mezanino, Esplanada coberta e sala Adega), o Cais da Estação transformou-se num espaço muito aprazível.

2.4.6. Armazém da Régua

Em outubro de 2008 nasce, num velho e muito degradado armazém do caminho-de-ferro do Peso da Régua, no coração da região do Douro, um espaço versátil, que funciona como restaurante, wine bar, garrafeira e loja de produtos gourmet.

Após vários contatos com a REFER e a CP os sócios Edgar Gouveia e Manuel Osório iniciaram o projeto, e dois anos volvidos conseguiram abrir o espaço, batizado de Castas & Pratos (ver Figura 2-28), nome que resultou das iniciais de Comboios de Portugal [Web 22](#).



Figura 2-28: Exterior do espaço Castas & Pratos (Fonte: [\[Web 22\]](#)).

O estabelecimento teve de manter as características exteriores da zona do armazém que ocupa (ver Figura 2-28). Por dentro houve um grande investimento para limpar e manter a estrutura do telhado toda em madeira (ver Figura 2-29), e adaptar o espaço às novas funções.



Figura 2-29: Estrutura do telhado em madeira (Fonte: [\[Web 22\]](#)).

Os espaços são separados por garrafeiras, com cerca de 600 vinhos diferentes (ver Figura 2-30).



Figura 2-30: Garrafeiras com 600 vinhos diferentes (Fonte: [Web 22](#)).

2.4.7. Armazém de Vila Real

Localizado num antigo armazém do caminho-de-ferro em Vila Real, junto à estação, num edifício histórico com mais de cem anos, o espaço Cais da Villa destaca-se pela audácia, criatividade e inovação do projeto.

Esta obra, do mesmo proprietário que o anterior (Edgar Gouveia), baseia-se numa fusão harmoniosa entre o antigo e o moderno, na analogia da tradição e na continuidade histórica de novos valores, numa conjugação única de design e conforto (ver Figura 2-31), perfeitamente enquadrado no contexto paisagístico em que se insere [Web 23](#).



Figura 2-31: Interior do espaço Cais da Villa (Fonte: [Web 23](#)).

No exterior sente-se o peso histórico do edifício (ver Figura 2-32, direita), onde prevalece a sua arquitetura original, remodelada de acordo com o conceito do espaço. Este divide-se em restaurante gourmet, com capacidade para 60 pessoas, e Winehouse, composta por um bar, com capacidade para 20 pessoas, e garrafeira. Além dos espaços interiores tem uma esplanada para cerca de 100 pessoas.



Figura 2-32: Exterior do espaço Cais da Villa (Fonte: [Web 23](#)).

2.4.8. Estação da Ferradosa

O cais da Ferradosa, localizado junto ao Douro, foi transformado no restaurante bar “Cais da Ferradosa” (ver Figura 2-33), pela câmara de São João da Pesqueira, que colocou a concurso, tendo sido este ganho pela empresa TRAT- Atividades Turísticas. Uma recuperação muito bem conseguida de uma antiga estação de final de linha, que serviria somente para a recolha das uvas em plena época de vindimas, com muito boa luz, amesendação correta e uma localização quase por cima do rio Douro. Na requalificação do espaço houve uma forte preocupação com a identidade do espaço antigo tentando preservar o mais possível das suas características iniciais, de que é exemplo o telhado de madeira; destaca-se ainda a decoração alusiva as atividades ferroviárias, bem como o menu (ver Figura 2-33).

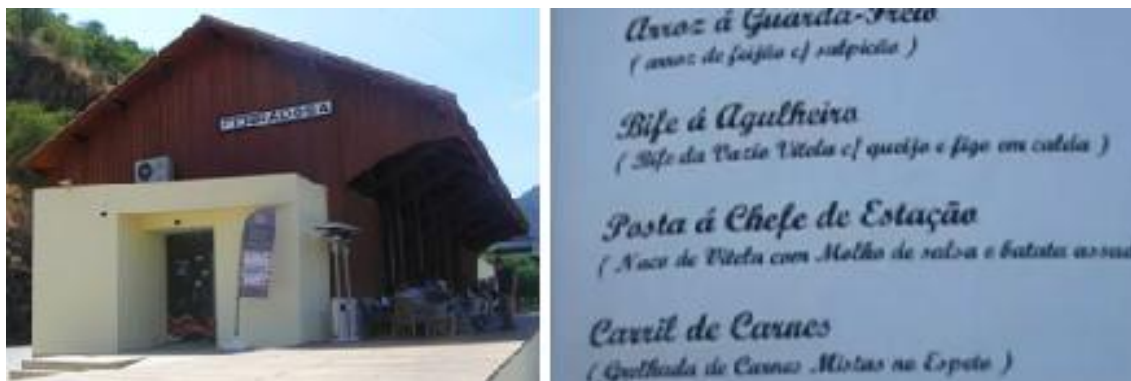


Figura 2-33: Cais da Ferradosa (Fonte: [Web 24](#)).

2.5. Reutilização das ferrovias em Portugal (ecovias)

Com o aumento da atividade urbana e crescente *stress*, as sociedades registam um acréscimo na procura de espaços para a prática de desportos ao ar livre ou para um simples contato com a natureza durante os períodos de lazer. Neste sentido, em 1997, no decorrer dos primeiros encontros Europeus de Tráfego Lento e Vias Verdes na Bélgica, fundou-se a AEVV (Associação Europeia de Vias Verdes). Foi nos Estados Unidos da América, na década de 1970, que surgiu a ideia de utilização/recuperação dos traçados ferroviários desativados. Assim, estes corredores ferroviários foram sendo transformados em caminhos pedonais, percursos para bicicletas, trilhos para cavaleiros, etc. Em setembro de 2001 diversas instituições e associações envolvidas na Rede Verde Europeia assinaram a Declaração de Lille, o que impulsionou fortemente a conversão de vias-férreas em “vias verdes” ou ecovias. [Web 25](#)

Na sequência da declaração de Lille, da qual Portugal faz parte como membro efetivo, desde 2003, surge o projeto REVER MED que pretende o desenvolvimento da rede de Vias Verdes no arco do Mediterrâneo Ocidental, uma extensão superior a 10 mil km e ligará Sul de Portugal (Algarve e Alentejo) ao Sul de Itália, passando pelas áreas costeiras de Espanha e França. Para o Norte da Europa foi implementado o projeto REVER AMNO para as áreas metropolitanas do noroeste do Reino Unido, Bretanha, Irlanda, Bélgica, Luxemburgo, Alemanha, Sul da Holanda [Web 26](#).

2.5.1. Enquadramento Nacional

Com a desativação das linhas, fundamentalmente de bitola “estreita” no Norte de Portugal e que são cerca de 340 km em 6 linhas, a REFER tem em desenvolvimento um programa nacional de criação de ECOPISTAS (Plano Estratégico de Ecopistas em Portugal), que se prende com a cedência do espaço-canal às respetivas Câmaras Municipais, e tendo em vista a construção e manutenção de percursos para caminhada a pé, bicicleta ou outros modos mecânicos de utilização “pedonal”. A REFER, com este plano, tem como principal objetivo travar o processo de degradação dos corredores, motivado pela desagregação de terrenos e crescimento de vegetação, pela ocupação indevida, por lotes de edificação construída na sua margem, ou ainda pela deposição de lixo e entulhos. Com a cedência do espaço aos municípios, a REFER pretende que estes se envolvam na sua conservação, para que exista uma utilização ambiental correta. Com esta solução deseja-se ainda que exista uma motivação das populações para a atividade ao ar livre e de contato com a natureza, bem como atividades de lazer e de manutenção física (de bicicleta, andar a pé, etc.). A adequação das vias-férreas a estas práticas é relativamente fácil, uma vez que as características dos traçados ferroviários estavam sujeitos a pendentes suaves, curvas não muito apertadas e plataformas estáveis. As paisagens, geralmente, em que elas estão inseridas fazem delas singularidades apreciáveis [Silva, 2009].

“A adaptação de antigas linhas ferroviárias a ecopistas/ciclovias (circulação restrita a pedestres e veículos não motorizados) é um processo que se vulgarizou nos países ocidentais e que nos últimos anos se alargou a Portugal. Se no território luso assumem o nome de ecopistas/ciclovias ou Ecopista, pela Europa fora tomam o nome de Vias Verdes (Greenway na Inglaterra, Voie Verte na França). Portugal é dos poucos países europeus que se viu compelido a adotar um nome diferente em virtude da BRISA ter patenteado primeiro o nome” [Web 27].

Qualquer projeto tem vantagens e desvantagens. Apresenta-se a síntese das vantagens: privilegiar o desenvolvimento sustentado; a valorização da região; o combate à desertificação; a preservação da memória do comboio através da

recuperação das estações; à desativação e degradação das infraestruturas são atribuídas novas funcionalidades; a criação de postos de trabalho; a prática de atividades de lazer, nomeadamente culturais e recreativas, contribuindo para o bem-estar físico e psicológico, através do combate ao *stress*; criação de centros interpretativos que valorizem a biodiversidade e que promovam atividade educativas; o turismo de natureza e ecoturismo e turismo de aventura; a solução das ecopistas, de interesse coletivo.

Ao nível do enquadramento paisagístico, pode-se dizer que a ecopista é uma ótima solução, teoricamente, que contribui para o desenvolvimento sustentado das populações. Referem-se, no entanto, as condições climáticas, fundamentais para o sucesso ou insucesso destas mesmas infraestruturas. Como exemplo temos o Alentejo, em que a conversão de qualquer linha de caminho-de-ferro deverá ter como principal condicionante as elevadas temperaturas que se fazem sentir durante os meses mais quentes. Outro condicionalismo relevante é a distância a que geralmente as infraestruturas se encontram de centros urbanos e a regularidade em que ocorrem povoamentos ao longo da linha. Geralmente uma linha de caminho-de-ferro encontra-se implantada em zonas desabitadas, o que faz com que muitas vezes a conversão em Ecopista não seja a alternativa mais viável.

Finalmente, refere-se que, com a reutilização das vias-férreas para ecopistas estas ficaram definitivamente desativadas.

Em seguida apresenta-se um resumo do trabalho já realizado em Portugal (ver Tabela III).

Tabela III: Resumo das Ecopistas em Portugal Fonte: [\[Web 27\]](#).

Designação	Localização	Extensão	Fase de implementação	Restante extensão
Ecopista do Vouga	Trajetos entre Sernada e Viseu, correspondente ao troço da antiga Linha do Vouga.	96 km dos quais estão já utilizáveis 9 km (Sever do Vouga)	Parcialmente concluída (9 km)	Em estudo / desenvolvimento
Ecopista do Rio Minho	Trajetos entre Valença e Monção, troço desativado do Ramal de Monção.	14 km	Concluída	Não aplicável
Ecopista de Guimarães – Fafe	Trajetos entre Guimarães e Creixomil.	Cerca de 28 km	Parcialmente concluída (14 km – Guimarães - Fafe).	Não aplicável
Ecopista de Famalicão	Trajetos entre Póvoa de Varzim e Famalicão.	10,2 km	Sem informação	Não aplicável
Ecopista do Corgo	Trajetos entre Vila Real e Chaves, correspondente à antiga Linha do Corgo.	71 km dos quais estão já utilizáveis 9 km (Vila Pouca de Aguiar).	Parcialmente concluída (9 km).	Em estudo / desenvolvimento.
Ecopista do Sabor	Trajetos entre Pocinho e Duas Igrejas, correspondente a parte da antiga Linha do Sabor	104 km dos quais estão utilizáveis 12 km (Torre de Moncorvo - Larinho)	Parcialmente concluída (12 km)	Em estudo / desenvolvimento
Ecopista do Dão	Trajetos entre Santa Comba Dão e Viseu, correspondente à antiga Linha do Dão.	49 km(Viseu – Figueiró).	Concluída (8 km)	Não aplicável
Ecopista Montemor - o - Novo	Trajetos entre Torre da Gadanha e Montemor-o-Novo.	Cerca de 13 km.	Sem informação	Não aplicável
Ecopista de Mora	Trajetos entre Évora e Mora, correspondente ao antigo Ramal de Mora.	60 km dos quais estão já utilizáveis 20 km (Évora – Sempre Noiva).	Parcialmente concluída (20 km)	Em estudo / desenvolvimento

Na Figura 2-34 encontra-se a localização geográfica das Ecopistas em Portugal.

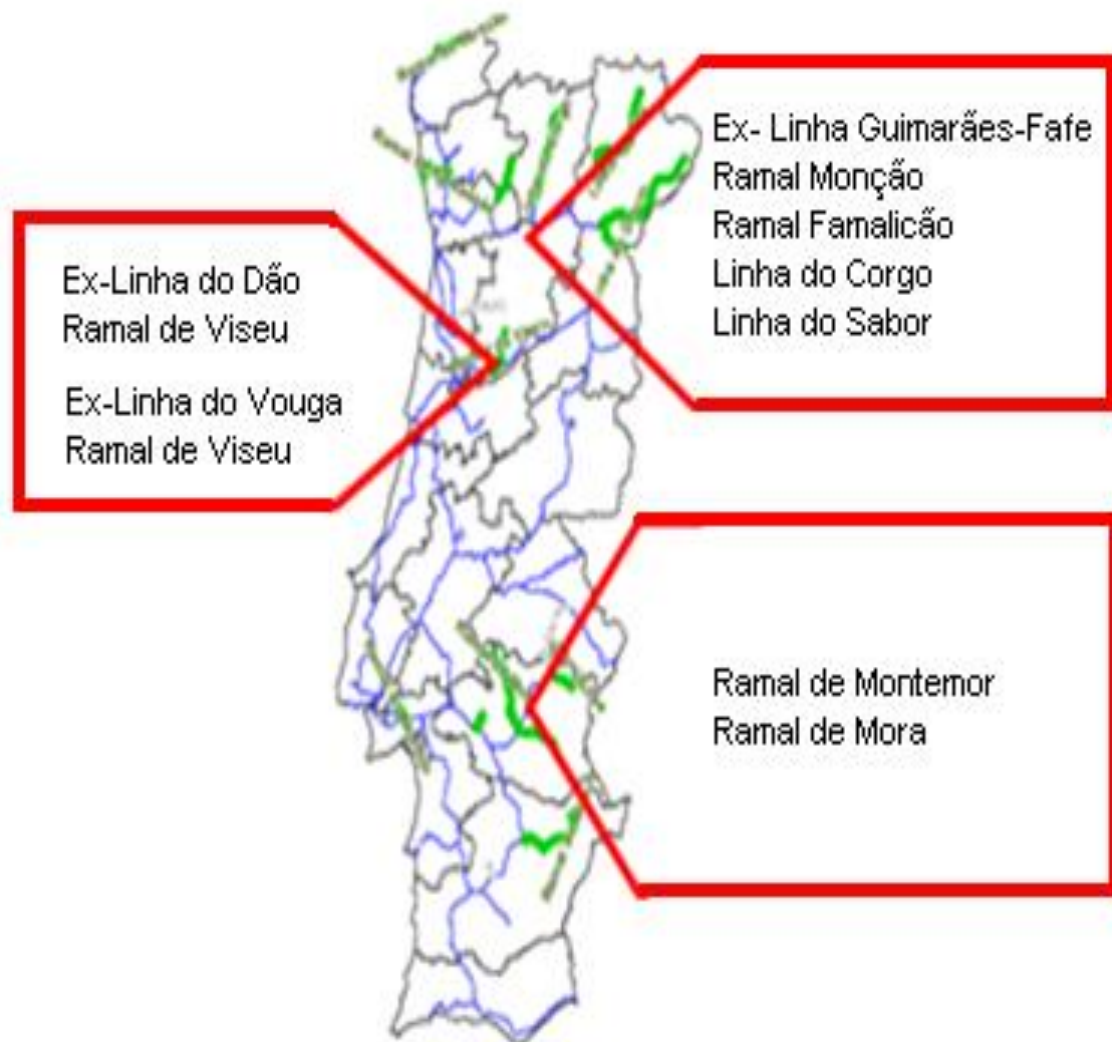


Figura 2-34: Mapa com a localização das Ecopistas (Fonte: [\[Web 28\]](#)).

Para melhor conhecimento de cada uma das Ecopistas acima referidas, passa-se a descrever a Ecopista de Sever do Vouga, ficando as demais relatadas no Anexo B.

Ecopista de Sever do Vouga (ver Figura 2-35) resulta de uma parceria entre o Município de Sever do Vouga e a REFER para a reabilitação da antiga Linha Ferroviária do Vouga (Sernada do Vouga - Viseu), com início no edifício da antiga Estação da Paradela. O seu traçado é sempre paralelo ao Rio Vouga e à Estrada Nacional 16, até pouco depois da foz do Rio Mau (ver Figura 2-36). O seu pavimento é em asfalto pintado e contém sinalização vertical, horizontal e balizamento em zonas específicas [[Web 27](#)].



Figura 2-35: Ecopista de Sever do Vouga (Fonte: [[Web 27](#)]).

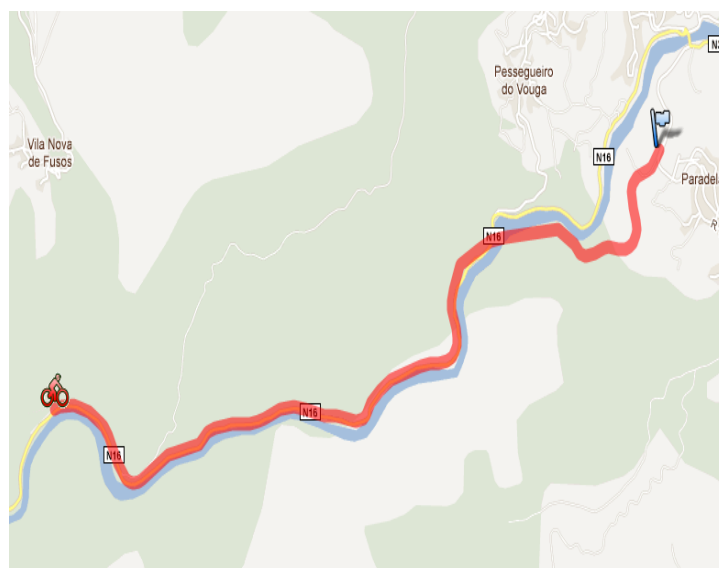


Figura 2-36: Trajeto da Ecopista Sever do Vouga, ramal de Paradela (Fonte: [[Web 29](#)]).

3. HISTÓRIA DA LINHA DO TUA

3.1. Importância da construção Foz Tua – Mirandela e sua aprovação

A linha do Tua surge no contexto do plano ferroviário nacional durante o reinado de D. Luís I, na sequência de um projeto ferroviário entre o Porto e a fronteira Espanhola, pela região de Trás-os-Montes, com vista a exportação de produtos portugueses, em particular produtos agrícolas e vinícolas. O primeiro passo para este plano foi dado com a construção da Linha do Norte até Vila Nova de Gaia, inaugurada a 7 de julho de 1864. Com a conclusão da linha do Douro entre Porto e o Pinhão, em 1879, surgiram opiniões diversas quanto ao trajeto a adotar para alcançar a fronteira, havendo engenheiros que defendiam que a linha do Douro, ao chegar ao Tua deveria fletir para norte, onde passaria nas proximidades de Bragança, até alcançar a fronteira. Contudo, outros engenheiros acreditavam que a melhor alternativa seria a linha seguir direta a Barca d'Alva [Bastos, 1870 - 1910].

Clemente Menéres (ver Figura 3-1), conhecido empresário do Porto com interesses na região do Tua, aproveita esta indecisão para iniciar a luta pela aprovação da construção da Linha do Tua, pois esta seria de grande utilidade para os seus investimentos em Trás-os-Montes.



Figura 3-1: Clemente Menéres (Fonte: [Web 30](#)).

A decisão sobre onde a linha deveria alcançar a fronteira recaiu sobre Barca d'Alva, porém a união das redes ferroviárias mais a norte não foi esquecida, com as promessas de que mais tarde seria construída a linha da Foz - Tua a Mirandela, e com a certeza de que esta seria prolongada até Bragança. Com esta estratégia surgia a possibilidade de unir a linha à rede espanhola, onde Macedo de Cavaleiros seria o ponto de partida e Miranda do Douro o local onde atingiria a fronteira.

A Figura 3-2 ilustra um excerto do plano nacional ferroviário onde pode ver-se a Linha do Douro representada pela cor amarela e o troço Foz Tua – Mirandela, a verde, pertencente à Linha do Tua, com a ligação de Mirandela a Bragança (construída posteriormente) a traço interrompido vermelho; a azul está representada a possível ligação do troço à rede espanhola: Macedo de Cavaleiros - Miranda do Douro. De notar que este último troço nunca chegou a ser construído, tendo-se mais tarde concretizado, faseadamente, a Linha do Sabor (1911-1938), para servir aquela zona do país.

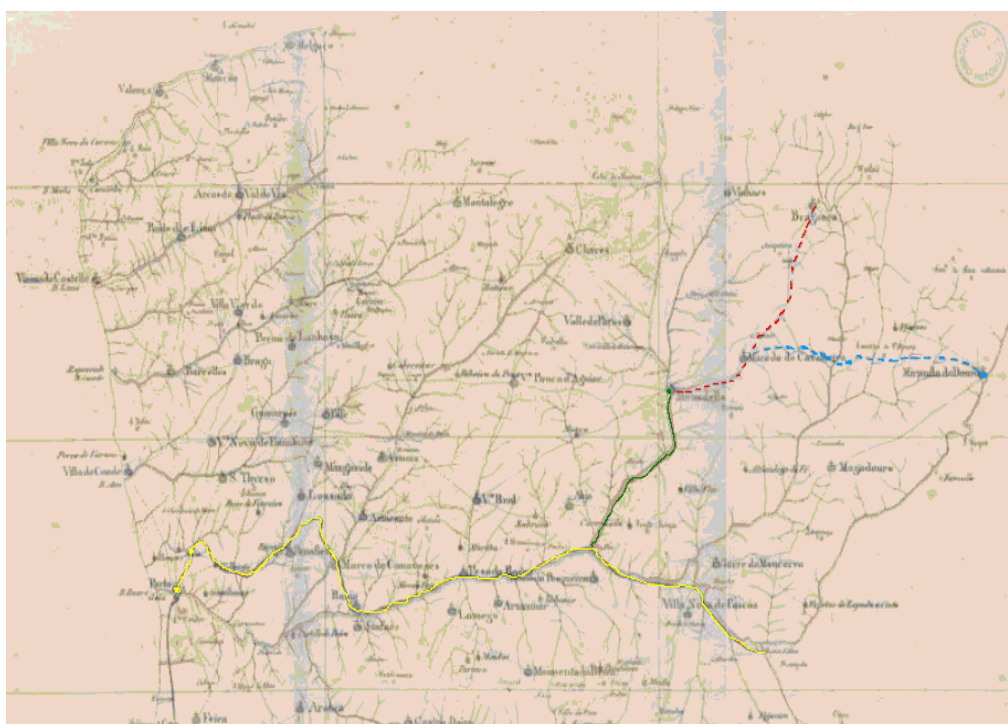


Figura 3-2: Excerto do Mapa Ferroviário Português, representado a linha do Douro, a linha Tua (com o prolongamento até Bragança) e a possível ligação a Espanha, por Miranda do Douro (Fonte: IMTT).

3.2. O estudo do traçado

Decorria o ano de 1878 quando foram apresentados dois projetos para a construção de uma linha que fizesse a ligação entre Mirandela e a linha ferroviária do Douro (Foz Tua). Estes traçados tinham como diferença fundamental a margem do rio Tua para a implantação do traçado da linha. O projeto que defendia o traçado pela margem direita do rio Tua (ver Figura 3-3) era defendido pelo engenheiro militar João José Pereira Dias e pelo condutor Bernabé Roxo, sob a direção do engenheiro Sousa Brandão; o engenheiro António Xavier de Almeida Pinheiro defendia o traçado pela margem esquerda do rio Tua.

Analizados ambos os traçados, o vencedor foi o que se desenvolvia pela margem esquerda do rio Tua, pois este serviria um maior número de populações, o que levaria a menores custos na construção de pontes para a travessia do rio e deste modo a um acesso mais fácil da linha [Web 31 e Web 32].

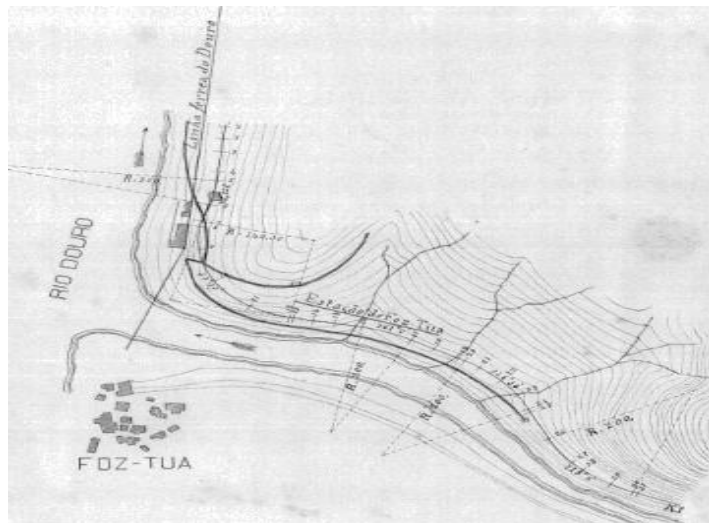


Figura 3-3: Excerto de traçado pela margem direita do rio Tua (Fonte: REFER).

A Câmara Municipal de Mirandela, a 22 de junho de 1882, deliberou fazer-se representar na Câmara dos Pares, pedindo a aprovação do projeto de lei que concedia a subvenção de 135 contos de réis, para garantia do juro de 5% à

empresa que viesse a construir a linha férrea Foz - Tua a Mirandela. Várias individualidades importantes do Porto, nomeadamente Clemente Menéres, coadjuvaram os esforços e as petições da câmara [\[Web 31\]](#).

A 11 de janeiro de 1883 a Câmara Municipal de Mirandela, juntamente com a Associação Comercial do Porto, apela ao Rei D. Luís I que seja feita a aprovação do projeto de construção da linha [\[Web 31\]](#).

A construção da linha tinha como principal objetivo o escoamento dos produtos produzidos naquela região. Com a inauguração da linha da Beira Alta, em 1882, receava-se que o poder comercial da zona do Douro pudesse ser prejudicado com o desvio das rotas para esta linha, por tal motivo foi considerada uma obra urgente. Esta condição, aliada às dificuldades existentes no terreno, levou a alguns dissabores na execução, devido à quase inexistência de estudos relativos ao traçado. Um exemplo disso mesmo é o viaduto das Fragas Más. Esta obra de arte fica encaixada entre dois túneis, e só após a abertura destes foi possível o acesso ao local. Portanto, quando se procedeu aos estudos, não se pôde definir o traçado neste ponto. O mesmo sucedeu nos montes do Barrabás, entre os quilómetros 12 e 13.

Por razões financeiras não foi possível efetuar a construção da linha até à capital do distrito, Bragança, com uma distância de 73,5 km de caminho ferroviário (troço Mirandela - Bragança), o que para muitos teria ficado aquém do serviço que seria necessário prestar à região.

3.3. Cronologia da construção do troço Foz Tua – Mirandela

A 26 de abril de 1883, durante a sessão legislativa, teve lugar a discussão e a aprovação das bases para a construção, por concurso público, da linha Foz Tua a Mirandela, com uma garantia de juro fixada nos 5,5%, com um prazo de resgate após 15 anos, devendo a via ter uma bitola de 1 metro. No entanto, não apareceram pretendentes interessados, pelo que um decreto de 22 de novembro do mesmo ano lançou um novo concurso a 14 de dezembro, com condições de resgate mais vantajosas, pois acreditava-se que tinha sido esta a

razão do insucesso do primeiro concurso. Só apareceu, no entanto, uma proposta, de Tristão Guedes Correia de Queirós, conde da Foz, tendo o contrato sido assinado a 30 junho de 1884, com um custo total de 19.692 réis por quilómetro. Salienta-se que o custo por quilómetro ficaria mais caro 25% no final da obra.

Após ter sido autorizado pela lei de 26 de março de 1885, o contrato tornou-se definitivo em 30 de junho deste mesmo ano. No entanto, a concessão foi trespassada à Companhia Nacional de caminho-de-ferro em 1 de outubro de 1885, tendo esta empresa construído o troço entre Foz - Tua e Mirandela, denominado de *Linha de Mirandela*, aberto à exploração em 29 de setembro de 1887 [[Web 31](#)].

Aquando da abertura do concurso para construção e exploração da linha, foram estipuladas as seguintes condições:

- A linha teria apenas uma via;
- A largura de caminho ao nível da plataforma seria de 3,5 m em aterro e 4,3 m em desaterro, e ao nível dos carris de 1,9 m em qualquer um dos casos;
- O declive máximo seria de 18 mm/m e as curvas de concordância teriam um raio nunca inferior a 150 m;
- Os carris seriam de aço e o seu peso nunca inferior a 20 kg/m, sendo as travessas creosotadas;
- A empresa a quem fosse adjudicada a construção teria direito à sua exploração durante 99 anos, garantindo o Governo 5,5 % do valor total da obra como complemento do rendimento líquido em relação ao custo por quilómetro;
- Passados 15 anos após a conclusão da linha, o Governo poderia resgatar a linha, mediante o pagamento de uma anuidade pelo tempo que restasse [Silva, 2008].

3.3.1. A construção

A construção da linha iniciou-se a 1 de abril de 1885 e terminou a 1 de julho de 1887. A empreitada foi entregue aos espanhóis Llor & Villagelin, há muito radicados em Portugal, e a construção ficou a cargo do Engenheiro Diniz Moreira da Motta, que contou com a ajuda de quatro condutores chefes de lanço, os Srs. Joaquim de Oliveira Moraes, Manuel Pedro Coelho, Francisco Damásio e Arthur Cruz.

A obra envolveu um total de 917.147 jornas de operários, 70.839 jornas de animais de tiro e veículos, e um total de 10.883 jornas de locomotivas e vagões. Se considerarem 6 dias de trabalho por semana e 48 semanas por ano, estes valores levam a um número médio de 1.470 jornas de operários, 114 jornas de animais de tiro e veículos, e 18 jornas de locomotivas e vagões diariamente na obra.

A 16 de junho de 1887, pela primeira vez, uma locomotiva percorreu toda a extensão da via.

Os textos que a seguir se apresentam demonstram bem as dificuldades que engenheiros, técnicos e operários tiveram que vencer na sua construção:

«A abertura dos primeiros vinte quilómetros do primeiro troço constituiu uma tarefa de engenharia e de execução difícil e arrojada, tão selvática e aparentemente inaproveitável se apresentava a pedregosa e alcantiladíssima garganta que o rio Tua escavou para alcançar o gigantesco desfiladeiro do Douro. No parecer dos melhores técnicos, essa obra não é inferior, em responsabilidade, a algumas vias helvéticas ou francesas das cercanias dos Alpes. É particularmente impressionante o trecho das chamadas Fragas Más. A construção da linha nesse despenhadeiro exigiu vigoroso ânimo aos engenheiros e trabalhadores que aí formigaram por algum tempo, a romper rochedos e esporões, muitas vezes dependurados por cordas e empoleirados em pranchas rapidamente guindadas quando se acendiam os rastilhos.»
[Coelho, 1887].

«As margens do Tua apresentam-se nos primeiros 30 quilómetros da linha sob um aspeto imponente como vista panorâmica, mas de uma dificuldade extraordinária para a construção de uma estrada férrea, embora de via reduzida. Não faz ideia dessas dificuldades extraordinárias quem for de comboio, senão olhando para a margem direita do Tua semeada de anfractuosidades, cortadas por abruptas ravinas que gemelha gargantas de monstros, ou formada por extensas rochas graníticas levemente inclinadas para o monte e perfeitamente lisas, chamadas vulgarmente lisos, atestando à evidência que nunca foram pisadas pelo pé do homem.

Logo à saída de Foz Tua, e a um quilómetro, temos o viaduto das Prezas, cuja situação é em extremo curiosa, não é um curso de água nem um vale que se atravessa: é uma forte depressão, toda ela no sentido vertical, que tem a margem do Tua naquele ponto, e que só por meio de um tabuleiro de ferro se podia saltar. Parece mais uma varanda do que um viaduto, assim como o das Fragas Más, outro precipício dos mais sérios que teve a linha. Os operários desciam para o trabalho ligados por fortes cordas, sustentadas superiormente; esta precaução durava até terem recortado na rocha um caminho, ou antes um carreiro de formigas, cuja passagem era sempre evitada pelos menos destros.

Alguns desgraçados operários foram vítimas, pela sua temeridade, tendo a maior parte dos acidentes sido motivados pela natureza do terreno: uma vez um rebanho de ovelhas que pascia pela parte superior da linha fez mover uma pedra que veio a rolar pela margem abaixo; um operário, procurando fugir-lhe, fê-lo precipitadamente e caiu no abismo. Como este, outros desgraçados pagaram com a vida os benefícios que hoje gozamos, permitindo-nos fazer comodamente uma viagem que ainda ontem era das mais penosas do país — a do Pinhão a Mirandela.

Nos primeiros 21 quilómetros a linha férrea é quase totalmente sustentada por uma muralha: nesta extensão constam-se 118 muros de suporte todos de pedra seca, formando um volume de 170.000 metros cúbicos de alvenaria! Foi um verdadeiro trabalho de titans, a construção destes muros, cuja solidez atesta os cuidados que mereceram aos construtores. O trabalho tanto em planta como em perfil destes 21 quilómetros tinha fatalmente de ser

atormentadíssimo: o desenvolvimento das curvas atinge nesta parte justamente a metade da extensão do traçado, isto é 10.500 metros; o resto em alinhamentos retos, o maior dos quais não chega a ter 500 metros.

Referindo-nos ainda aos 21 primeiros quilómetros devemos acrescentar que existia apenas em toda essa extensão um único caminho, o que descia de Castanheiro do Norte a Barca do Tua. Este caminho que era para peões e cavaleiros, foi necessário arranjá-lo para carros: ainda assim os declives mais suaves que se logrou obter foram os de 0,50 metros por metro! Os ferros para os viadutos das Prezas, Fragas Más e Paradela, pesando cerca de 260 toneladas, havendo peças que pesavam mais de uma tonelada, foram conduzidos por esta vereda que desemboca hoje no quilómetro 9 da linha, onde há uma casa de guarda. Para que os carros pudessem descer à linha por esta ladeira sem se despenharem no Tua, era necessário irem atrás deles sustentando uma forte espia 20 a 30 trabalhadores, um dos quais o que servia de carreiro, ficou numa dessas descensões num estado miserável, ficando também feridos os engenheiros que pessoalmente dirigiam este trabalho penosíssimo, tão rude quanto inglório.» [Coelho, 1887].

3.4. Cronologia da Desativação da Linha do Tua

Um pouco a semelhança do que aconteceu noutros países e linhas, em que o envelhecimento da população e consequente redução da mesma, contando com a concorrência dos transportes rodoviários privados e públicos, levou ao encerramento e suspensão do tráfego de passageiros e mercadorias, sendo a Linha do Tua um bom exemplo dessa conjugação de fatores (ver Figura 3-4).



Figura 3-4: Linha Férrea do Tua junto da Estação de Cação (Fonte: [Web 10](#)).

Hoje, quase todas as estações da linha do Tua se encontram abandonadas, uma vez que a sua desativação implicou, consequentemente, o mesmo destino aos edifícios.

A 1 de janeiro de 1990 surge a primeira votação para a desativação total da Linha do Tua. Começaram a surgir manifestações (ver Figura 3-5) e movimentos de contestação, de que é exemplo o “Movimento Cívico pela Linha do Tua” fundado em 2006 (ver Figura 3-13), com cartas dirigidas ao governo, para que recuasse na decisão, o que não veio a confirmar-se até aos dias de hoje (ver Figura 3-6).



Figura 3-5: Vigília em defesa da Linha do Tua (Fonte: [Web 33](#)).



Figura 3-6: Cartaz alusivo a uma Manifestação a favor da Linha do Tua (Fonte: [\[Web 34\]](#)).

A 15 de dezembro de 1991 é anunciado o encerramento do troço Mirandela - Macedo de Cavaleiros. Entram em funcionamento autocarros de substituição para transbordo (ver Figura 3-7), deixando o troço Macedo de Cavaleiros - Bragança isolado do resto da Linha do Tua.



Figura 3-7: Autocarros de substituição ao serviço da CP (Fonte: RTP).

A 17 de dezembro de 1991 ocorre o descarrilamento em Sortes, danificando a locomotiva e provocando um ferido. O troço Macedo de Cavaleiros - Bragança é assim encerrado "por questões de segurança". A 18 de dezembro de 1991

populares sequestraram os autocarros de substituição nos Cortiços, e cortaram também as estradas em Fermentãos e Salsas, como protesto pela falta de comboios. Em Lisboa reúnem-se autarcas da região servida pela Linha do Tua e a CP, donde se declara que "a Linha do Tua não será encerrada". A 14 de outubro de 1992 aconteceu a "noite do Roubo" (ver Figura 3-8) de madrugada e sem aviso prévio, com escolta policial e um apagão nas comunicações rádio e telefone, é retirado por via rodoviária o material circulante, estacionado nas estações de Bragança e Macedo de Cavaleiros. A operação, que custou 6000 euros, foi justificada como necessária "para reparação do material circulante". Esta decisão foi fortemente contestada pela população de Bragança.



Figura 3-8: Retirada do material ferroviário em 1992, estacionado nas estações de Bragança e Macedo de Cavaleiros (Fonte: RTP).

A 28 de julho de 1995 dá-se a reabertura do troço Mirandela - Carvalhais, com o modelo de Metropolitano de Superfície e com novos horários (ver Figura 3-9). As automotoras eram as Duro Dakovic, série 9500 e foram denominadas de Lisboa, Paris, Estrasburgo e Bruxelas (ver Figura 3-10). Esteve presente o 1º Ministro Cavaco Silva no ato de inauguração.

No Anexo C podem-se observar os horários, para 2011, do metropolitano entre Mirandela e Cachão bem como os táxis de substituição entre Foz Tua e Cachão.



Figura 3-9: Horários e movimentos de passageiros nos anos de 2011 e de 2010, respetivamente (Foto do autor, junho de 2011).



Figura 3-10: Modelo de Metropolitano de Superfície (Fonte: [\[Web 35\]](#)).

A 2001 saem de circulação as locomotivas Alsthom, que ainda hoje se encontram na estação do Tua num estado avançado de degradação, como se pode ver na Figura 3-11, bem como as carruagens "napolitanas". O Metro de Mirandela (empresa municipal participada pela C.P., E.P.) passa a explorar toda a via, desde o Tua até Carvalhais. Ocorre uma mudança radical nos horários e a introdução, temporária, de autocarros de substituição. Iniciam-se as obras de reconversão da estação de Bragança.



Figura 3-11: Locomotivas Alsthom na Estação do Tua (Foto do autor, maio de 2011).

A 24 de janeiro de 2004 é inaugurada a estação rodoviária de Bragança (ver Figura 3-12), no edifício da estação ferroviária e espaços adjacentes.



Figura 3-12: Estação rodoviária de Bragança (Foto do autor, maio de 2011).

Em abril de 2004, o Conselho de Gerência da CP deliberou instaurar um inquérito pelo alegado roubo de 504 toneladas de carril num troço desativado entre Carvalhais e Avantos. A empresa de Ovar visada, a O2, assevera ter atuado na mais perfeita legalidade. Presentemente (3 de maio de 2011) verificaram-se novos roubos nos carris, como pode ser constatada pela notícia do jornal do “Diário de Notícias”:

«A GNR de Carrazeda de Ansiães deteve em flagrante delito dois indivíduos a furtar carris no troço da linha do Tua que vai ficar submerso pela barragem de Foz Tua, divulgou hoje aquela força de segurança.

Os assaltantes foram apanhados na noite de domingo, próximo do apeadeiro de Santa Luzia, com 17 carris em ferro com cerca de cinco metros de comprimento carregados num veículo de mercadorias, de acordo com informação das relações públicas da GNR de Bragança.

Os carris furtados e a viatura utilizada pelos suspeitos foram apreendidos no local» (Fonte: “Diário de Notícias”).

Em 2006 foram investidos dois milhões de euros em obras de consolidação e reparação da linha. Em outubro de 2006 é formado em Coimbra o Movimento Cívico pela Linha do Tua (ver Figura 3-13).



Figura 3-13: Cartaz alusivo à defesa da Linha do Tua pelo MCPLT (Fonte: [\[Web 36\]](#)).

A 12 fevereiro de 2007, um desabamento de terras motiva a queda de uma composição comercial do metro de Mirandela no rio Tua (ver Figura 3-14). Dos cinco passageiros que faziam a viagem entre as estações da Foz do Tua e Mirandela, três perderam a vida.



Figura 3-14: Acidente ocorrido em 2007 (Fonte: SIC Notícias).

Pode ler-se o que a imprensa escreveu, nomeadamente o “*Diário de Notícias*” (Fonte: [Web 37](#)):

«O acidente na Linha do Tua, a 12 de Fevereiro, foi provocado pelo desabamento de pedras, segundo os resultados finais de dois inquéritos enviados ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), anunciou ontem o Ministério das Obras Públicas, que ordenou um levantamento nacional de situações de risco. Uma composição do Metro de Mirandela descarrilou e caiu ao rio Tua, provocando a morte de três pessoas e ferimentos em duas. O LNEC deverá apreciar no prazo de 90 dias as conclusões dos relatórios elaborados pelo Instituto Nacional do Transporte Ferroviário (INTF) e pela Rede Ferroviária Nacional (REFER), adianta a Secretaria de Estado dos Transportes em comunicado».

Sobre o acidente na Linha do Tua, o INTF concluiu que o descarrilamento terá sido causado por um desmoronamento de terras e pedras de grande dimensão, "que se terão desprendido da trincheira do lado direito no sentido da marcha do comboio, sendo difícil de prever este tipo de acidentes". De acordo com este relatório, "não foram detetadas situações anormais que pudessem pôr em perigo a circulação ferroviária". O instituto refere que as informações recolhidas sobre o estado da linha - constantes no Relatório de Inspeção Semanal

realizado pelos serviços da REFER em 7 de Fevereiro - "não indiciam qualquer tipo de anomalia, tanto na via como nas barreiras existentes acima do nível da plataforma».

A comissão de inquérito nomeada pelo INTF recomenda à REFER que, antes da reabertura daquele troço, adote medidas de observação especiais e "atue em conformidade nas trincheiras e aterros nas zonas que considere mais críticas". São igualmente recomendados estudos para a instalação de sistemas de deteção de aluimentos de terras e pedras que possam representar risco para a circulação de comboios.

Em janeiro de 2008 dá-se a reabertura da linha depois do acidente anterior. A 10 abril 2008 três trabalhadores da REFER ficam ligeiramente feridos, num acidente na linha (ver Figura 3-15). De seguida apresenta-se um excerto do que a imprensa escreveu, nomeadamente o jornal "O Mensageiro de Bragança" [[Web 13](#)]:

«Novo acidente causou encerramento

A REFER concluiu os trabalhos de reparação na linha do Tua, esta sexta-feira, no local onde se registou um descarrilamento da Dresin, na passada quinta-feira, provocado por uma queda de pedras na linha, que causou três feridos ligeiros. A REFER admite que o troço da Linha do Tua, entre a Brunheda e a estação de Foz-Tua, entretanto suspensa, poderá reabrir "nos próximos dias". Esta máquina é utilizada pela empresa para fazer operações de vistoria ou outros serviços na linha, e nada tem a ver com as composições do metro de Mirandela que fazem o transporte comercial ao serviço da CP. De acordo com o administrador-delegado do Metro de Mirandela, Milheiro de Oliveira, o descarrilamento aconteceu numa altura em que os funcionários vistoriavam a linha, antes da passagem da composição do metropolitano, para detetar eventuais problemas de segurança. Os feridos foram transportados para a estação do Tua por um veículo particular, tendo sido encaminhados para o Centro de Saúde de Alijó pelos Bombeiros Voluntários de São Mamede de Ribatua. As vítimas sofreram ferimentos ligeiros e foram transportados para o Hospital de Vila Real, apenas por motivos burocráticos relacionados com os

seguros, tendo tido alta de imediato. Dois dos sinistrados, de 47 e 48 anos, são residentes em Mirandela, enquanto o terceiro, de 33 anos, reside em Vila Flor. Este acidente faz regressar à ordem do dia os problemas de segurança da linha, levantados depois de em Fevereiro de 2007 um desabamento de terras ter provocado o descarrilamento de uma composição do metro de Mirandela que provocou três mortos. O presidente do Metro de Mirandela, José Silvano, confessa a sua "preocupação" pelo facto do acidente poder ter-se dado com uma automotora do metro. "Se calhar no Inverno teremos de ter o dobro das cautelas", admitiu. O autarca de Mirandela reivindica do Laboratório Nacional de Engenharia Civil e da Refer a "entrega rápida" do estudo sobre as condições de segurança da linha, agora apazado para 21 de Maio. "Só assim saberemos onde é preciso fazer trabalhos de consolidação", acrescentou. O governador civil de Bragança, Jorge Gomes, mostrou-se preocupado com mais este acidente e confessou que teme pelo futuro desta linha. "Estou preocupado até porque já há um projeto de uma barragem para a zona e já se viu que, quando chove mais, há sempre perigos deste género", explicou o governador civil, sem querer tecer mais comentários sobre o futuro deste traçado histórico. Entretanto, o Movimento Cívico pela Linha do Tua emitiu um comunicado para reivindicar "mais investimento na segurança" para evitar acidentes».



Figura 3-15: Acidente caudado por desabamento de terras (Fonte: [[Web 13](#)]).

A 2 de junho de 2008 é anunciada a reabertura do troço entre a Estação do Tua e o Apeadeiro da Ribeirinha para 22 de maio, que acabou por ser adiada para 2 de junho. A 22 de agosto de 2008 um acidente ferroviário perto da estação de Brunheda, Carrazeda de Ansiães, causou dois mortos e dezenas de feridos (ver Figura 3-16). Nesse mesmo dia ocorre o encerramento da Linha do Tua.



Figura 3-16: Acidente de 22 de agosto de 2008 (Fonte: [\[Web 38\]](#)).

3.4.1. O Documentário “Pare, Escute e Olhe”

Com a intervenção cívica e política recente surge um documentário intitulado “Pare, Escute e Olhe”, realizado pelo jornalista Jorge Pelicano, onde este denuncia a situação de isolamento causada pela desativação da linha de caminho-de-ferro do Tua. Pode ler-se a sinopse do documentário, e na Figura 3-17 pode ver-se a capa e a sinalização que serviu de inspiração:

«Dezembro de 91. Uma decisão política encerra metade da centenária linha ferroviária do Tua, entre Bragança e Mirandela. Quinze anos depois, o apito do

comboio apenas ecoa na memória dos transmontanos. A sentença amputou o rumo de desenvolvimento e acentuou as assimetrias entre o litoral e o interior de Portugal, tornando-o no país mais centralista da Europa Ocidental. Os velhos resistem nas aldeias quase desertificadas, sem crianças. A falta de emprego e vida na terra leva os jovens que restam a procurar oportunidades noutras fronteiras. Agora, o comboio que ainda serpenteia por entre fragas do idílico vale do Tua é ameaçado por uma barragem que inundará aquela que é considerada uma das três mais belas linhas ferroviárias da Europa» [\[Web 39\]](#).



Figura 3-17: Capa do Documentário “*Pare Escute e Olhe*” (Foto da Esquerda; Fonte: [\[Web 39\]](#)) e sinalização que inspirou o título ao autor (Foto da direita: Foto do autor).

Este documentário espelha muita da realidade da história recente da Linha, tendo sido premiado em Itália, na 59.^a edição do Trento Film Festival (7 maio 2011), com o Prémio Cittá di Bolzano, para o Melhor Filme de Exploração e Aventura. O galardão, entregue ao documentário português sobre o fim da linha ferroviária do Tua, foi assim justificado pelo júri: “Este documentário

mostra o que acontece ao povo quando o sistema político é mais influenciado pelos interesses privados do que os interesses de uma comunidade. É um grande exemplo de cinema interventivo que nos deixa a pensar". "Pare, Escute, Olhe" foi escolhido de entre os 27 filmes de vários países que estavam a concurso [[Web 40](#)].

Esperava-se, com a utilização da Linha pelo Metro, que as estações utilizadas por este fossem requalificadas, mas isso não se verificou (ver Figura 3-18). A Estação de Mirandela é um bom exemplo disso mesmo, sendo o seu único propósito atual servir de abrigo do sol e da chuva enquanto os passageiros esperam pelo metro que lá faz paragem.



Figura 3-18: Estação de Mirandela (Fotos do autor, superiores; Fotos inferiores Fonte: [[Web 41](#)]).

O documentário demonstra bem as contradições sociopolíticas e económicas que conduziram à atual situação. Hoje, encerrado o troço Tua - Mirandela e com a construção da Barragem do Tua a linha foi definitivamente condenada, bem como alguns terrenos agrícolas. Porém, a barragem pode também

representar uma nova oportunidade para uma região muito deprimida economicamente e com dificuldade em fixar população, com o aproveitamento da barragem para o fomento do turismo, bem como para atividades desportivas e de lazer.

3.5. A Barragem

A barragem de Foz Tua, concessionada à EDP, vai ser construída a 1,1 quilómetros da foz do rio Tua, abrangendo os concelhos de Murça e Alijó, do distrito de Vila Real, e os concelhos de Mirandela, Vila Flor e Carrazeda de Ansiães, do distrito de Bragança. A barragem terá uma cota máxima de 171 m (ver Figura 3-19) e vai ter como consequência mais visível a submersão parcial do troço Foz Tua - Mirandela da linha ferroviária do Tua.



Figura 3-19: Placa representativa da cota máxima (Foto do autor, julho de 2011).

3.5.1. Perfil Técnico

A barragem é em betão, do tipo abóbada de dupla curvatura, com 108 m de altura máxima e 275 m de desenvolvimento de coroamento, dispondo de um descarregador de cheias inserido no corpo da barragem, equipado com comportas, de uma descarga de fundo e de um dispositivo para libertação de caudal ecológico. Com a Figura 3-20 pode-se ter uma antevisão de como irá ficar o vale, depois da construção da barragem.

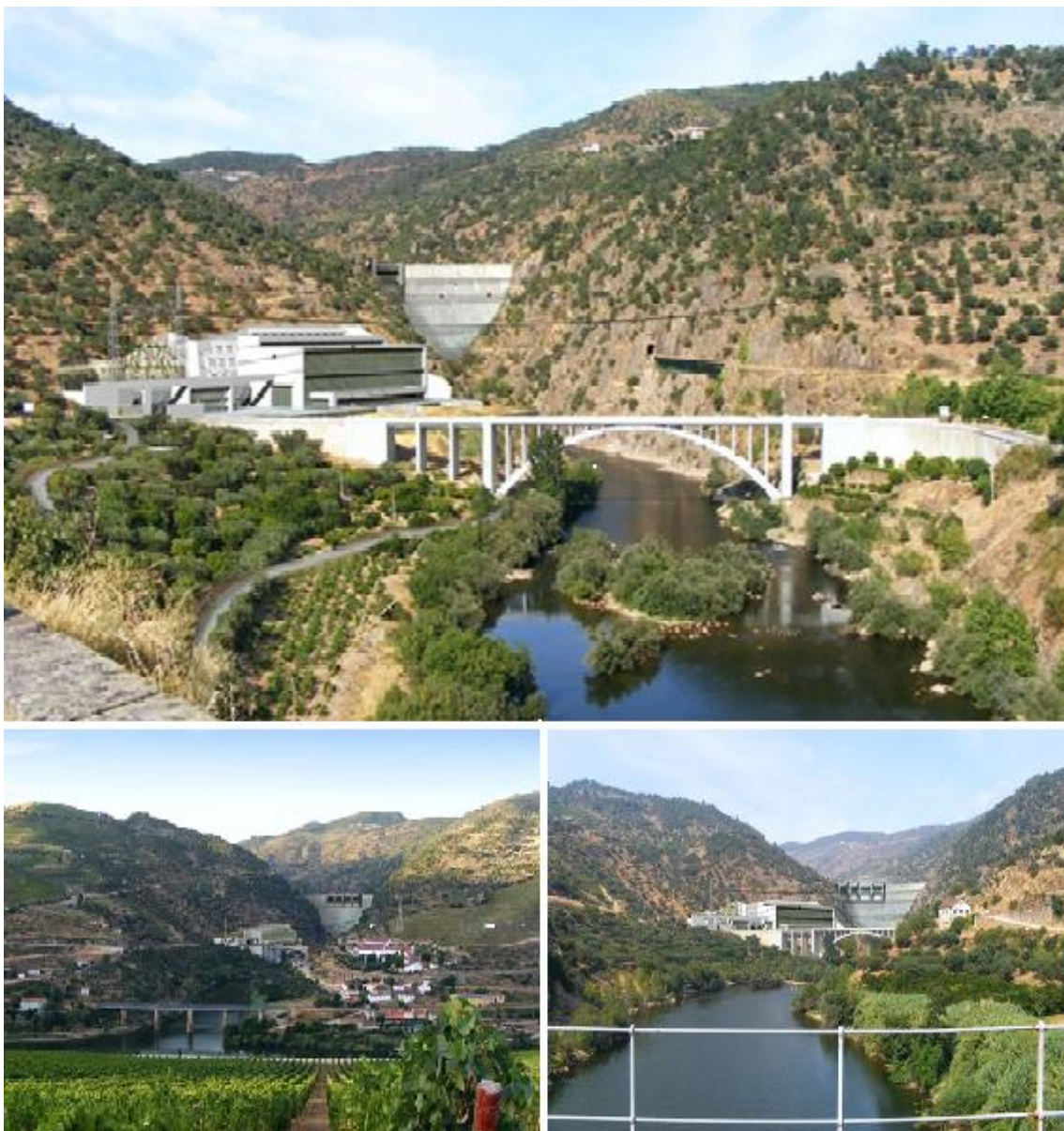


Figura 3-20: Antevisão da barragem Foz Tua (Fonte: EDP).

A central subterrânea em poço será equipada com dois grupos reversíveis e será localizada na margem direita, cerca de 500 m a jusante da barragem, com um edifício de descarga e comando situado à superfície, numa plataforma localizada a montante do encontro direito da ponte rodoviária Edgar Cardoso que liga os concelhos de Alijó e Carrazeda de Ansiães. O circuito hidráulico subterrâneo, na margem direita, com uma extensão total aproximada de 700 m é constituído por dois túneis independentes, revestidos e com diâmetros interiores entre 7,5 m e 5,5 m.

A subestação compacta para ligação à Rede Nacional de Transporte, com equipamento GIS, situa-se na plataforma do edifício de descarga e comando da Central. O projeto inclui também a construção das estradas de acesso ao coroamento da barragem pela margem direita, às tomadas de água e ao cais fluvial e aos bocais da restituição.

A 18 de fevereiro de 2011 foi dado o início às obras da barragem de Foz Tua, com a assinatura do contrato de construção, adjudicado ao agrupamento de empresas Mota-Engil/Somague/MSF. O projeto envolve um investimento de 305 milhões de euros, contribuindo para a criação de 4.000 postos de trabalho, 1.000 dos quais diretos, ao longo dos próximos cinco anos. Foz Tua começará a produzir energia em 2015 [\[Web 42\]](#).

O aproveitamento de Foz Tua foi objeto do primeiro concurso público lançado pelo Instituto da Água (INAG), no âmbito do Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico. Com uma potência instalada de 251 MW, a produção média bruta de Foz Tua será de 585 GWh/ano, a que corresponde uma produção média líquida de 275 GWh/ano [\[Web 42\]](#). Foz Tua e os restantes 11 projetos de expansão hídrica da EDP totalizam 3 500 MW, um reforço de capacidade de 76% face ao atual parque hidroelétrico do Grupo. Esta aposta na energia hídrica, endógena e renovável, implica investimentos próximos de 3 200 milhões de euros, gerando cerca de 35 000 postos de trabalho diretos e indiretos [\[Web 42\]](#). A 29 junho 2011 o canal de televisão generalista “SIC” emitiu uma grande reportagem sobre as “Novas Barragens” (ver Figura 3-21) em Portugal, espelhando bem a problemática da sua construção.



Figura 3-21: Imagem da reportagem alusiva as “Novas Barragens” (Fonte: SIC).

Relativamente à linha do Tua, desativada entre a barragem e a estação de Brunheda, será desenvolvido um projeto de Mobilidade, com um sistema multimodal. Serão implementados dois sistemas complementares de mobilidade, um destinado à mobilidade quotidiana e outro com finalidade turística. Para este efeito, a EDP disponibilizará um montante máximo de 10 M€ destinado a alavancar o financiamento global das ações-âncora do projeto, cuja solução contempla:

- A utilização do troço de via-férrea entre a Estação da Foz do Tua e a base da barragem;
- Um funicular entre a base da barragem e o seu coroamento;
- O transporte fluvial entre a barragem e Brunheda e a construção de embarcadouros;
- A qualificação da infraestrutura ferroviária a partir de Brunheda.
- O serviço multimodal do Tua deverá ser explorado em regime de concessão [\[Web 42\]](#).

3.5.2. A primeira pedra da Barragem do Tua

Decorreu no dia 18 de fevereiro de 2011, uma cerimónia simbólica na qual foi lançada a 1ª pedra da Barragem de Foz Tua (ver Figura 3-22, à direita). Este evento, de suma importância para o concelho de Alijó, contou com as presenças do Primeiro-Ministro José Sócrates (ver Figura 3-22, à esquerda), o Ministro da Presidência, Silva Pereira, a Ministra do Ambiente, Dulce Pássaro, o Secretário de Estado da Energia e Inovação, Carlos Zorrinho, bem como a CCDR-N (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte) e a EMRD (Estrutura de Missão da Região do Douro), os autarcas dos concelhos envolventes e uma vasta comitiva da EDP [\[Web 43\]](#).



Figura 3-22: José Sócrates lança a 1ª Pedra da Barragem Foz Tua (Fonte: RTP - Esquerda); Placa alusiva a cerimónia do lançamento da 1ª Pedra da Barragem Foz Tua (Fonte: [\[Web 43\]](#) - Direita).

Nesse dia, em comunicado, o partido “Os Verdes” declara estar “convicto que esta primeira pedra não é, por certo, um pilar da barragem e que debaixo da ponte de Foz Tua ainda vai correr muita água.” Para “Os Verdes” a luta continua. “Relembramos que Foz Côa não se construiu e, no entanto, parte do paredão da barragem já estava erguido”, recordam. Certo é que no local já se faz notar, a bom ritmo, o início das obras da barragem como se pode ver pelas imagens da Figura 3-23.



Figura 3-23: Obras para a construção da Barragem Foz Tua (Fotos do autor, maio e outubro de 2011).

Na Figura 3-24 observa-se os vários usos dos solos e infraestruturas na fase de construção.

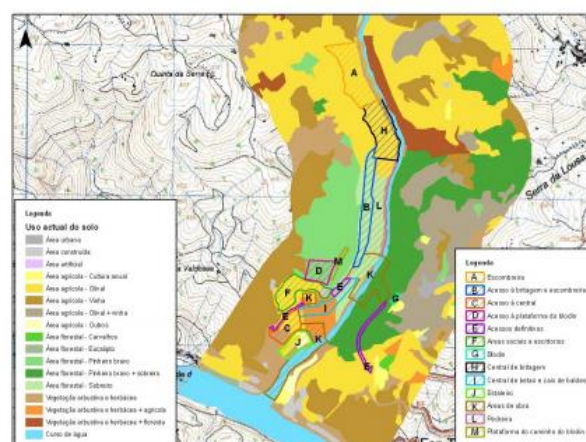


Figura 3-24: Usos dos solos e infraestruturas na fase de construção (Fonte: EDP).

4. A VIAGEM DO “HOJE”, NO COMBOIO DE “ONTEM”

4.1. O Rio Tua e sua paisagem

A Linha do Tua, uma das “linhas afluentes” do caminho-de-ferro do Douro, desenvolve-se pela margem esquerda do rio a que lhe emprega o nome.

O rio Tua nasce em Espanha, com o nome de Tuela, entra em Portugal pela freguesia de Moimenta, do concelho de Vinhais, 3 km acima de Mirandela, recebe o Rabaçal passando-se então a designar-se por Tua; corre a Oeste de Mirandela e de Frechas, passa a Este de Abreiro e desagua na margem direita do rio Douro, após um percurso de aproximadamente 120 km, dos quais cerca de 80 km em território nacional (Correia, 1981). O rio, de águas delgadas, cristalinas, tranquilas e mansas, corre encerrado por encostas rochosas, ao longo de uma paisagem selvagem, distante e agreste, com falésias grandes e abruptas. Efetivamente, o rio Tua insere-se num vale cheio de vida, onde se pode tirar partido da tranquilidade, do silêncio e da quietude, com a presença de espécies vegetais como salgueiros, freixos, cerejeiras e figueiras entre outras.

A paisagem onde a linha do Tua se insere (ver Figura 4-1) pode ser caracterizada como agreste e inóspita, seca, desumanizada, onde o sol e o calor são muito intensos. De facto, existe um cenário de contrastes entre o rio, as rochas, o colorido e as texturas das encostas.



Figura 4-1: Vista do rio Tua ao km 13.9, à esquerda; vista da Linha do Tua de cima da ponte rodoviária de Abreiro, à direita (Fotos do autor, julho de 2011).

Devido ao traçado inclinado e sinuoso da linha, a viagem era lenta (ver Figura 4-2), mas ao mesmo tempo rápida de mais para apreciar, em toda a plenitude, tamanha beleza.



Figura 4-2: Sinalização junto da Estação de Santa Luzia (foto do autor, julho 2011).

O comboio atravessa vários túneis e pontes e contorce-se em arriscados muros de suporte (ver Figura 4-3), principalmente nos primeiros vinte e um quilómetros.



Figura 4-3: Fotografia 1977 de um dos inúmeros muros de suporte (Fonte: [\[Web 44\]](#)).

As estações e apeadeiros existentes ao longo desta linha são, de uma maneira geral, de difícil acesso e encontram-se muito degradados, praticamente deixados ao abandono. Em seguida, apresenta-se uma “viagem de olhares” ao longo do troço entre Foz Tua e Mirandela.

4.2. Uma Viagem de “olhares”

A viagem entre Foz Tua e Mirandela é, ainda hoje, mesmo sem a nostalgia do cheiro do fumo e do zumbido característico do comboio a vapor, de beleza sem igual. A viagem inicia-se na Estação do Tua, junto à linha do Douro, local este onde o silêncio fantasma da inexistência da população se faz sentir.

Iniciando a viagem pela margem direita do rio Douro (ver Figura 4-4), as duas linhas percorrem algumas dezenas de metros em paralelo, como se de duas irmãs se tratasse, até perto dos 700m onde, bruscamente a linha do Tua desaparece do horizonte com a sua viragem apertada à direita para o leito do rio Tua, ao mesmo tempo que é atravessada pela EN 212 (antiga EN16-2) (ver Figura 4-4).



Figura 4-4: Início da linha do Tua e viragem brusca à direita da Linha do Tua bem como a passagem superior da EN 212 (antiga EN16-2) (Fotos do autor, maio de 2011).

Afastamo-nos do Douro e entramos na garganta pedregosa do afluente. De relance vê-se a ponte moderna de betão que dá passagem à estrada de Carrazeda para Alijó. À esquerda vislumbra-se a ponte ferroviária da Linha do Douro sobre a foz do rio Tua um misto de pilares de alvenaria e um tabuleiro metálico (ver Figura 4-5).



Figura 4-5: Ponte ferroviária da Linha do Douro sobre a foz do rio Tua (Foto do autor, maio de 2011).

Alguns “olhares” mais adiante surge a ponte das Prezas, situada a 1.46km e com 86 metros de comprimento encaixada na falésia, seguida pelo túnel das Prezas, com 138m de comprimento, escavado na encosta íngreme.



Figura 4-6: Comboio a vapor passando no viaduto das Prezas Foto de 2/8/1970 (Fonte: [Web 44](#)).

Ao quilómetro 4,3 encontra-se o apeadeiro de Tralhariz (ver Figura 4-7), perdido nas encostas, onde o Tua corre em baixo, num leito pedregoso de xisto. A linha contorce-se, talhada à custa de intrépidos trabalhos em que os engenheiros e os operários tentaram vencer as dificuldades das curvas e contracurvas que compõem o traçado. Exemplos disso são os inúmeros muros de suporte existente ao longo da Linha.



Figura 4-7: Apeadeiro de Tralhariz (Foto do autor, julho de 2011).

Andando um pouco mais sobre os carris podemos encontrar o túnel de Tralhariz (ver Figura 4-8), situado ao km 4,4 e medindo 45m.

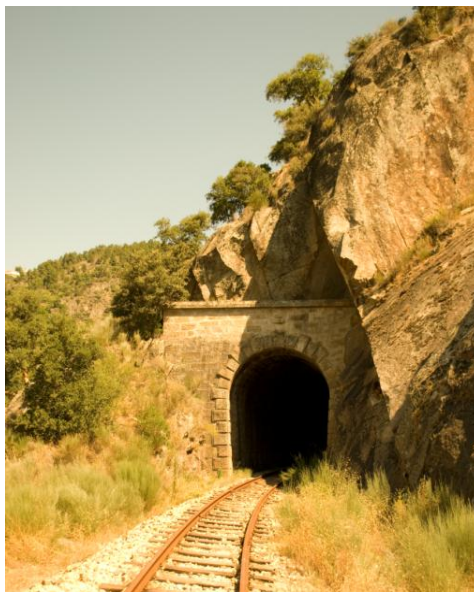


Figura 4-8: Túnel de Tralhariz (Foto do autor, agosto 2011).

É no quilómetro 5 que se encontra uma das zonas com paisagem mais espetacular, constituído pelos túneis de Fragas Más I, ao km 5,5, com 99m de desenvolvimento e Fragas Más II, situado no km 5,7 e medindo 38m e pelo viaduto que encaixa entre eles (ver Figura 4-9).



Figura 4-9: Túnel das Fragas Más I; Viaduto de Fragas Más construída em 1962; Túnel das Fragas Más II (Fotos do autor, agosto de 2011).

Atualmente, o viaduto é de betão armado, depois de, em 1962, o viaduto original ter sido atingido, durante uma invernada, por uma derrocada de grandes blocos de rocha, ficando destruído o seu primeiro tramo. Este tramo, quando retirado, danificou o segundo, fazendo com que ele caísse nas águas do rio, o que ainda hoje se pode visualizar quando o nível de água do rio está baixo.

Ao km 7,6 encontramos o apeadeiro de nome igual à população a que servia, Castanheiro, uma pequena construção abandonada.



Figura 4-10: Apeadeiro de Castanheiro (foto do autor, agosto 2011).

Segue-se o túnel da Falcoeira (ver Figura 4-11), situado no km 9,2 e medindo 137 m, voltando a verem-se amplos muros de suporte da linha.

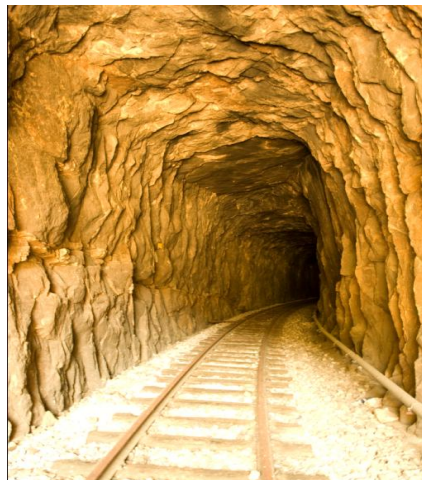


Figura 4-11: Túnel da Falcoeira (Foto do autor, agosto de 2011).

Um pouco mais a frente temos o ribeiro de Barrabás, que é transposto pela ponte de Paradela, sita ao quilómetro 11.4, que mais uma vez toma o nome da aldeia vizinha (ver Figura 4-12).



Figura 4-12: Ponte de Paradela (Fotos do autor, junho 2011).

Ao dobrar um dos muitos cotovelos do vale, descobre-se na margem direita do rio, num cabeço montanhoso, uma povoação: Amieiro. Em frente desta, encontra-se a estação de Santa Luzia (ver Figura 4-13), que apresenta um edifício, duas plataformas, uma linha de resguardo e duas linhas para cruzamentos.



Figura 4-13: Estação de Santa Luzia e aldeia de Amieiro (Foto do autor, junho de 2011).

Ao olharmos para o rio, vêem-se nas margens os suportes que outrora serviam para suportar uma ponte metálica que dava passagem à população de Amieiro para a linha, a qual foi levada pela água a 27 de dezembro de 2002 [[Web 45](#)].

A partir daqui a paisagem torna-se menos montanhosa ainda surge, porém, um ou outro trecho de encostas íngremes e rochosas. É no km 15,6, que outrora servia as pessoas que procuravam as Termas de São Lourenço, que se situa o antigo edifício (Estação) de São Lourenço (ver Figura 4-14), que foi demolido mas, após reivindicação por parte das autarquias e população, voltou a ser reedificado, sem contudo serem respeitadas as características do edifício original (ver Figura 4-14) [Rodrigues, 2006].



Figura 4-14: Antigo apeadeiro de São Lourenço, à esquerda (Fonte: [[Web 46](#)]); Atual apeadeiro de São Lourenço, à direita (Foto do autor, maio de 2011).

Mais adiante, ao quilómetro 17,8 da estação do Tua, apresenta-se o pequeno apeadeiro de Tralhão que se encontra muito degradado e sem ligação com a povoação (ver Figura 4-15).



Figura 4-15: Apeadeiro de Tralhão, à esquerda; Vista do telhado do apeadeiro de Tralhão, à direita (Fotos do autor, julho de 2011).

É ao km 21.2 que se encontra a estação de Brunheda, que apresenta duas linhas para cruzamentos e uma linha para resguardo. Teve, noutros tempos, um importante papel no escoamento do vinho e azeite produzidos localmente. Esta estação ostenta a transição entre o relevo íngreme para um relevo menos acidentado e mais suave, ficando para trás o troço mais difícil e bonito da linha.



Figura 4-16: Estação de Brunheda (Foto do autor, junho de 2011).

Com 25 km vencidos encontra-se o apeadeiro de Codeçais (ver Figura 4-17), que no passado teria sido um ponto estratégico no escoamento da cortiça e do azeite.



Figura 4-17: Apeadeiro de Codeçais (Foto do autor, junho de 2011).

Percorrendo mais 3km (26,6km) encontramos novamente uma ponte metálica, a Cabreira (ver Figura 4-18).



Figura 4-18: Ponte da Cabreira (Foto do autor, junho de 2011).

Abreiro oculta-se, na margem direita, por detrás de um pequeno morro, a pouco mais de um quilómetro. Ao quilómetro 29.2 podemos encontrar a ponte ferroviária de nome Vieiro ou Abreiro com alusão a população que lhe cede o nome. A seguir encontra-se a estação de Abreiro (29.3 km), onde existe um edifício, duas plataformas, duas linhas para cruzamento e uma linha para resguardo (ver Figura 4-19).



Figura 4-19: Ponte de Vieiro com o comboio a vapor, foto de 24/9/1972 (Fonte: [\[Web 44\]](#)), à esquerda. Vista da Estação de Abreiro, bem como da Ponte Ferroviária de Vieiro, foto tirada de cima da ponte Rodoviária de Abreiro (Foto do autor, julho de 2011).

Nesta zona, o leito do rio Tua alarga-se oferecendo um areal, que convida a mergulhos no verão. Logo após a estação encontramos uma estrada de construção recente, talhada nas encostas e assente em muros de suporte, ligando a povoação à linha férrea, por uma ponte nova, de betão, de arco abatido, de 91 metros de vão, nove metros de flecha e parapeito horizontal de oito metros de largura (ver Figura 4-20). Mais à frente vêem-se as ruínas de uma ponte antiga, que seria constituída por um tabuleiro horizontal ou de cavalete assente sobre três arcos que desapareceram em 1909 (ver Figura 6-19) numa enxurrada. Subsistem as ruínas dos encontros nas duas margens, bem como dos dois pegões reforçados por contrafortes com talhantes e talhamares triangulares (ver Figura 4-20).



Figura 4-20: Ruínas da Antiga Ponte de Abreiro e nova ponte de Abreiro ao fundo. (Foto do autor, julho de 2011).

Continuando com a “viagem”, chegamos ao apeadeiro da Ribeirinha (ver Figura 4-21, esquerda) ao km 33,9, em razoável estado de conservação e onde mora o antigo chefe de estação, e a estação de Vilarinho (ver Figura 4-21, direita), situada a 37,8 km do Tua, com um edifício em mau estado de conservação.



Figura 4-21: Apeadeiro da Ribeirinha, à esquerda, Fonte: [Web 47]); Apeadeiro de Vilarinho, à direita, (Fotos do autor, julho de 2011).

Prosseguindo a viagem, ao km 41,7km passa-se pela ponte ferroviária de Meireles/Cachão (ver Figura 4-22, esquerda) e logo se chega à estação de Cachão (ver Figura 4-22, direita) com duas plataformas, duas linhas para cruzamento e duas linhas para resguardo ao km 41,9. Esta estação tem dimensões superiores às típicas pois o seu propósito seria o escoamento de produtos locais e existia aqui indústria de transformação.



Figura 4-22: Ponte ferroviária de Meireles/ Cachão, à esquerda; Estação de Cachão, à direita (Fotos do autor, julho 2011).

Ao quilómetro 45 encontra-se a estação de Frechas (ver Figura 4-23) que apresenta um estado razoável de conservação. Volvidos 800m (45,8 km) encontra-se a ponte sobre a ribeira da Carvalha (ver Figura 4-24), ponte em alvenaria com um arco abatido de 12m. Trezentos metros adiante (46,1km) encontra-se o túnel de Frechas com uma extensão de 72 metros.



Figura 4-23: Estação de Frechas (Foto do autor, julho 2011).



Figura 4-24: Ponte sobre a Ribeira da Carvalha; Túnel de Frechas (Fotos do autor, outubro de 2011).

Segue-se o apeadeiro de Latadas, supostamente localizado ao km 48,5, que apresentava um edifício em muito mau estado de conservação. O apeadeiro foi destruído, não havendo quaisquer vestígios dele.



Figura 4-25: Antigo apeadeiro de Latadas (Demolido) (Fonte: [Web 46](#))).

É no centro da cidade de Mirandela que se encontra a estação com o mesmo nome, construída em 1887, situada a 54,1 km do início da linha. O seu edifício impressiona pela grandiosidade e pelo tamanho pouco usual para uma linha de via estreita, apresentando quatro pisos e um telhado com águas bastante inclinadas. Apresenta duas plataformas, três linhas para cruzamentos, seis linhas para resguardos e ainda outras linhas para serventia das oficinas. Esta estação tinha como pretensão ser o centro de embarque/desembarque da linha do Tua, bem como para a ligação que se ambicionava como ligação à rede espanhola Macedo de Cavaleiros - Miranda do Douro. Assim chega-se ao fim da viagem, mas não ao fim da linha uma, vez que esta se prolongava até Bragança.



Figura 4-26: Estação ferroviária de Mirandela (Fotos do autor, outubro de 2011).

5. PONTES, VIADUTOS FERROVIÁRIOS DO TROÇO FOZ TUA-MIRANDELA

5.1. Localização e principais características

As pontes e viadutos ferroviários constituem-se como estruturas nucleares da Linha do Tua, obras de elevada importância para o presente trabalho, que inclui especial incidência na sua caracterização e nos cálculos para o seu dimensionamento.

O troço Foz Tua – Mirandela da linha do Tua apresenta no seu percurso 2 viadutos, 5 pontes e 8 pontões. Na Figura 5-1 podemos ver a localização dos viadutos e das pontes.

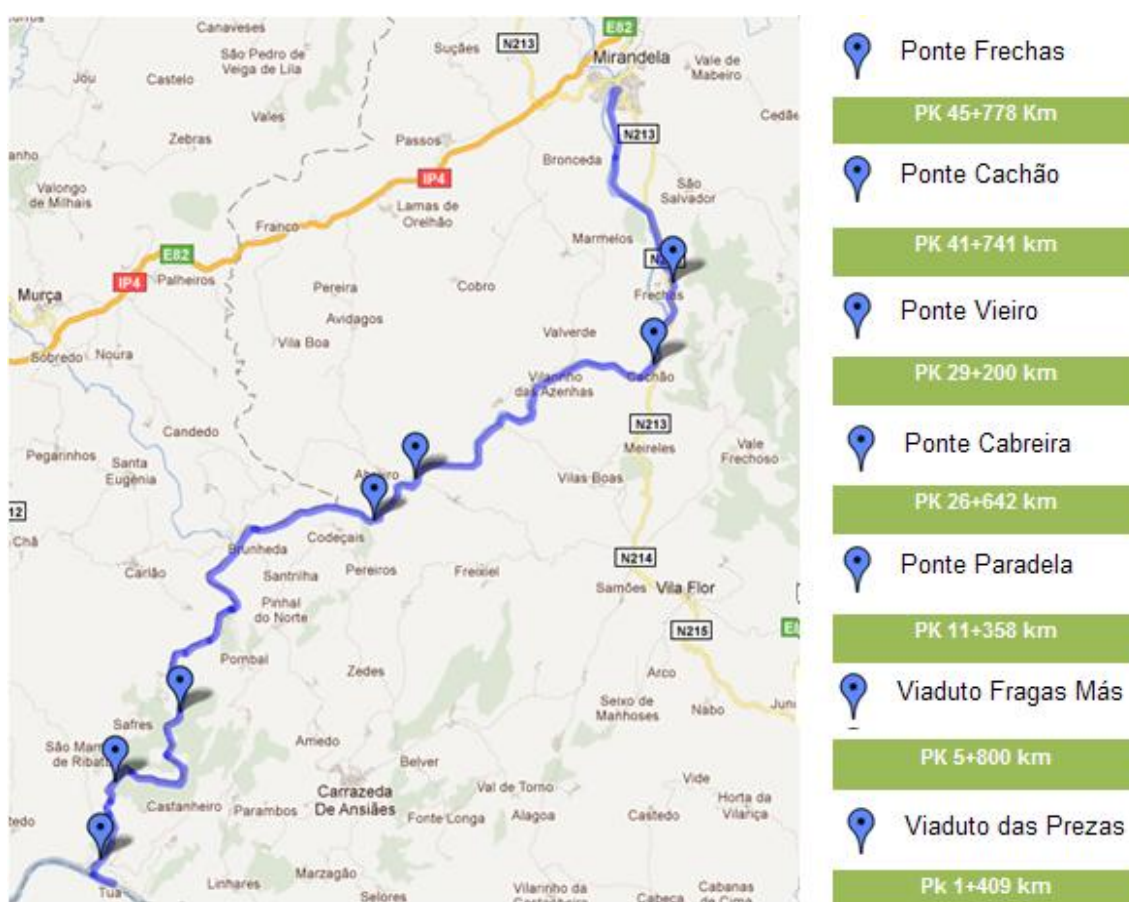


Figura 5-1: Mapa da localização das pontes ferroviárias do troço Foz Tua – Mirandela (Fonte: Google Maps).

Tabela IV: Cadastro de pontes, viadutos e pontões do troço Foz Tua – Mirandela.

Designação	Nome	Pk (meio vão)	Tipo de obra	Nº de vãos	Vãos teóricos (m)					Comprimento (m)	Ano de construção		Observação
											Infraestrutura	Superestrutura	
Viaduto	Prezas	1+409	Metálica	2	42,53	42,53				86,0	1887	1887	Encontros e Pilar central em cantaria
Viaduto	Fragas Más ¹⁾	5+800	Metálica	2	22,50	22,5				50,7	1887	1887	Encontros e Pilar central em cantaria
			Betão Armado	14	3,00	2,77	2,81	2,75	2,80	49,0	1887	1962	
					2,78	3,87	3,87	2,76	2,79				
					2,80	2,78	2,75	3,40					
Ponte	Paradela	11+358	Metálica	1	25,02					27,0	1887	1887	Encontros em cantaria
Pontão	Leiras	17+064	Alvenaria	1	3,00					3,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Pontão	Ferrada	17+311	Alvenaria	1	4,00					4,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Pontão	Freixo	20+371	Alvenaria	1	2,00					6,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Pontão	---	23+715	Alvenaria	1	2,00					10,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Ponte	Cabreira	26+642	Metálica	1	20,00					21,0	1887	1887	Encontros em cantaria
Ponte	Abreiro ou Vieiro	29+200	Metálica	1	35,02					36,0	1887	1887	Encontros em cantaria
Pontão	---	32+583	Alvenaria	1	2,00					3,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Pontão	---	35+552	Alvenaria	2	1,50	1,5				11,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Ponte	Meireles ou Cachão	41+741	Metálica	1	15,20					15,4	1887	1887	Encontros em cantaria
Pontão	---	42+028	Alvenaria	1	2,00					8,0	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Ponte	Ribeira da Carvalha ou Frechas	45+778	Alvenaria	1	12,00					12,5	1887	1887	Abóbadas em cantaria
Pontão	---	47+696	Alvenaria	1	2,00					3,2	1887	1887	Abóbadas em cantaria

⁽¹⁾ O viaduto das Fragas Más, construído inicialmente em 1887, ficou destruído em 1962, devido à queda de blocos rochosos, sendo reconstruído em B.A. (Betão Armado)

A discussão técnica sobre uma ponte metálica é feita para a ponte de Meireles/Cachão, por ser a que possui os cálculos mais completos e legíveis. No caso da ponte em alvenaria, adota-se a ponte de Ribeira da Carvalha ou Frechas que é a única no troço em estudo.

No Anexo D é visível o inventário do material existente na REFER de todas as pontes existentes no troço Foz Tua – Mirandela, da Linha do Tua.

5.2. Ponte metálica de Meireles ou Cachão (Vão 15m) – desenhos e cálculos

5.2.1. Desenhos

A ponte ferroviária metálica de Cachão ou Meireles, localizada junto da estação de Cachão, foi arquitetada com a finalidade transpor uma pequena ribeira. A ponte é em treliça, com ligações rebitadas e encontros em alvenaria, com uma extensão de 15,00 metros (ver Figura 5-2).



Figura 5-2: Ponte de Cachão ou Meireles (Fontes: REFER, 2007, à esquerda; fotos do autor, à direita, julho 2011).

Na Figura 5-3 apresenta-se o alçado da ponte metálica e na Figura 5-4 apresenta-se o desenho original do alçado da mesma ponte.

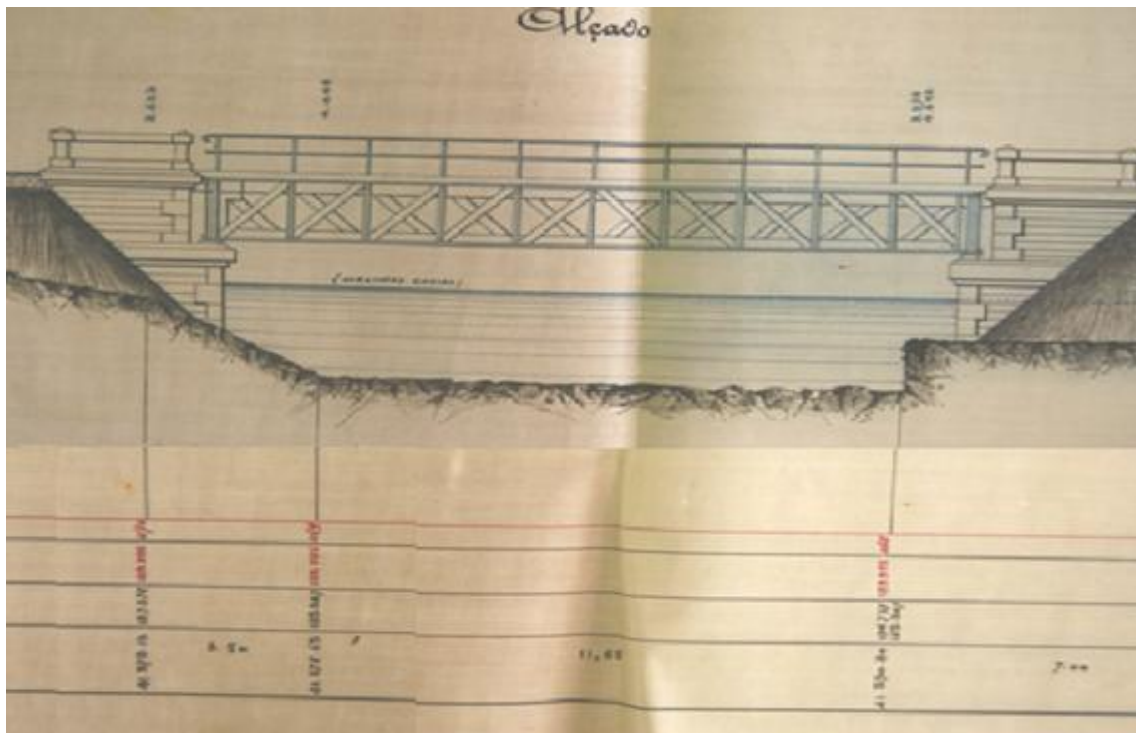


Figura 5-3: Alçado da ponte de Meireles/Cachão com 15m de vão, projeto original (Fonte: REFER).

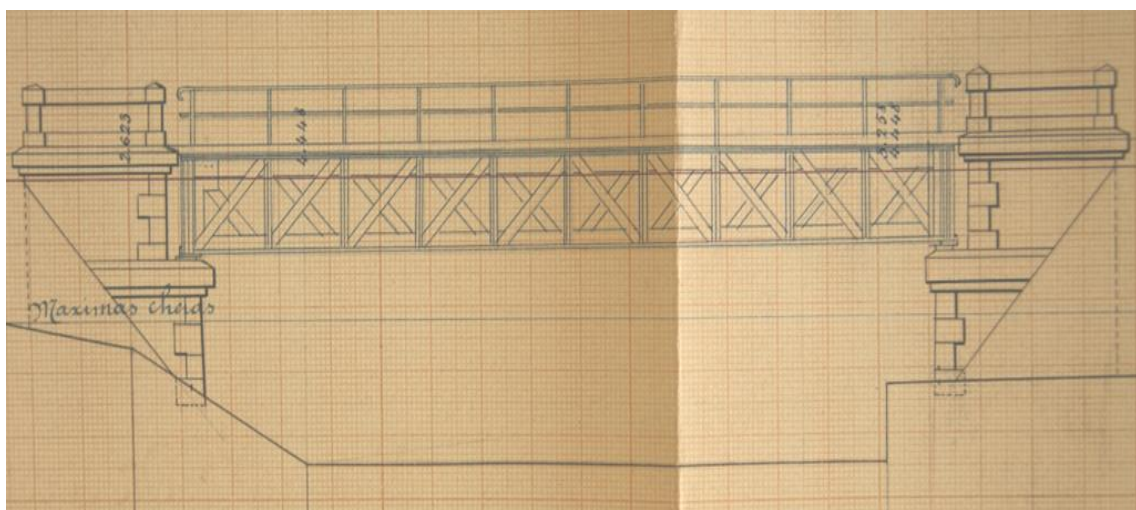


Figura 5-4: Alçado, desenhado em papel milimétrico, da ponte de Meireles/Cachão, com 15m de vão, projeto original (Fonte: REFER).

A ponte em análise é constituída por elementos compostos, formados pela associação de chapas e cantoneiras. A distância entre as vigas principais é de 2,60 metros e, entre montantes, é de 1,5 metros; os carris distam entre si um metro (bitola estreita) e os muretes 3,5 metros. A altura das vigas principais é de 1,2 metros, enquanto a altura dos muretes dos encontros é de 0,90 metros. Ao longo do desenvolvimento da ponte existe uma grade em ferro, com 0,90 metros de altura. Na Figura 5-5, à esquerda, apresenta-se um corte transversal da ponte de Meireles/Cachão e, à direita, apresenta-se uma vista inferior da ponte.



Figura 5-5: Corte transversal e vista inferior da ponte de Meireles/Cachão (Fonte: REFER e Foto do autor, outubro de 2011).

Na Figura 5-6 apresentam-se os aparelhos de apoio que permitem acomodar deformações (designados por placas de dilatação, no projeto inicial de 1887).



Figura 5-6: Aparelho de apoio que permite dilatação da ponte de Meireles/Cachão (Fonte: REFER e Foto do autor, outubro de 2011).

Os encontros da ponte de Meireles são bastante semelhantes nas suas características, sendo ambos em alvenaria. Estes encontros caracterizam-se pela utilização de uma fundação com duas cotas diferenciadas, em dois patamares que estão separados por uma única pedra de grandes dimensões, que serve de suporte à ponte metálica, e pela aplicação de muretes em alvenaria com uma altura de 0,90 metros.

A alvenaria utilizada na superfície voltada para a ribeira tem dimensões e colocações específicas, bem como uma inclinação de 5% na parte inferior. Na Figura 5-7 apresenta-se o projeto dos alçados dos dois encontros. Na Figura 5-8 apresentam-se imagens dos alçados dos dois encontros

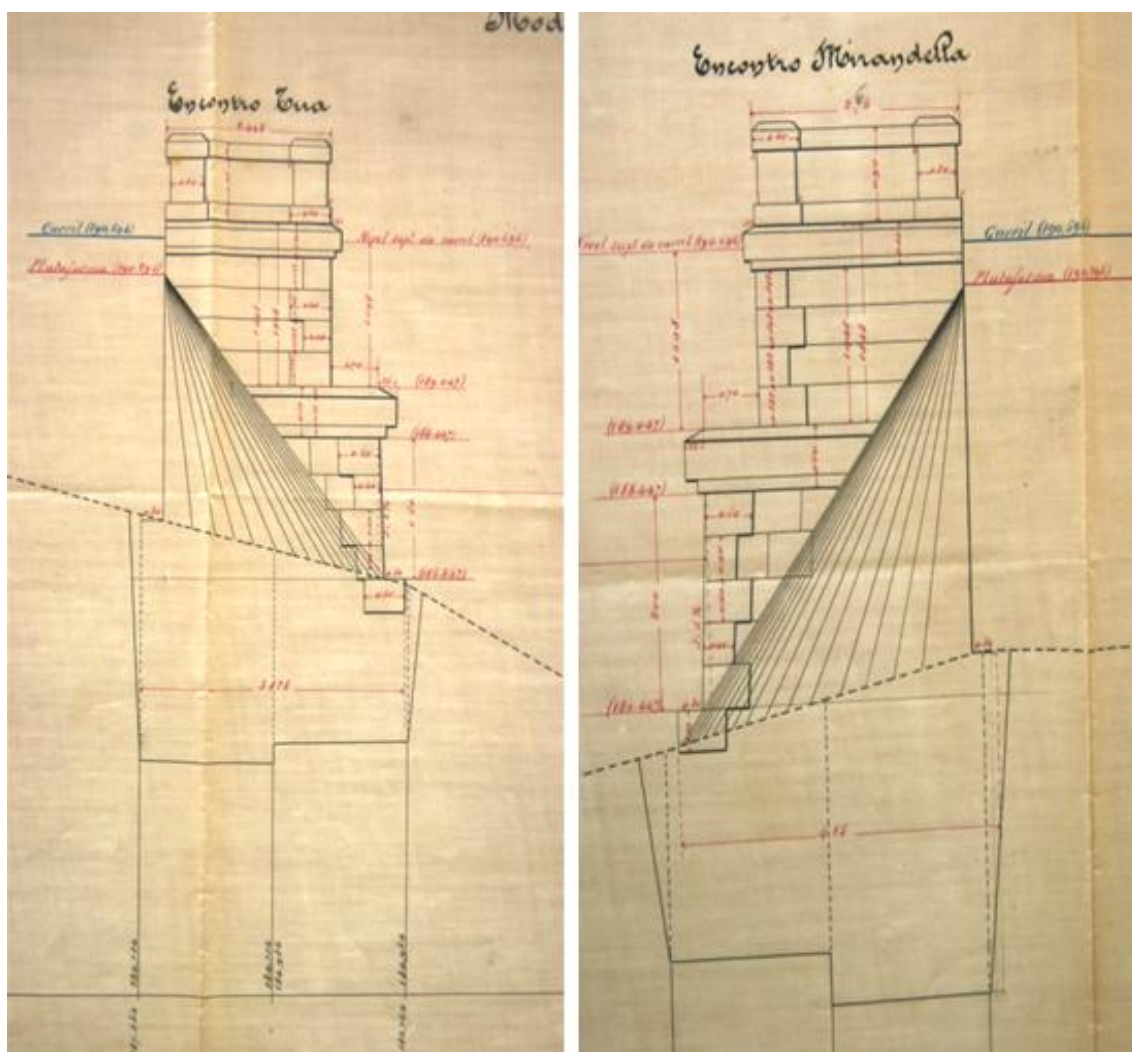


Figura 5-7: Encontros da ponte de Meireles/Cachão, do lado do Tua, à esquerda, e do lado de Mirandella, à direita (Fonte: REFER).



Figura 5-8: Encontros da ponte de Meireles/Cachão, do lado do Tua, à esquerda, e, do lado de Mirandela, à direita (Fotos do autor, outubro de 2011).

Na Figura 5-9 apresenta-se o corte longitudinal do encontro do lado do Tua, à esquerda; à direita meio alçado e meio corte transversal do encontro do lado do Tua.

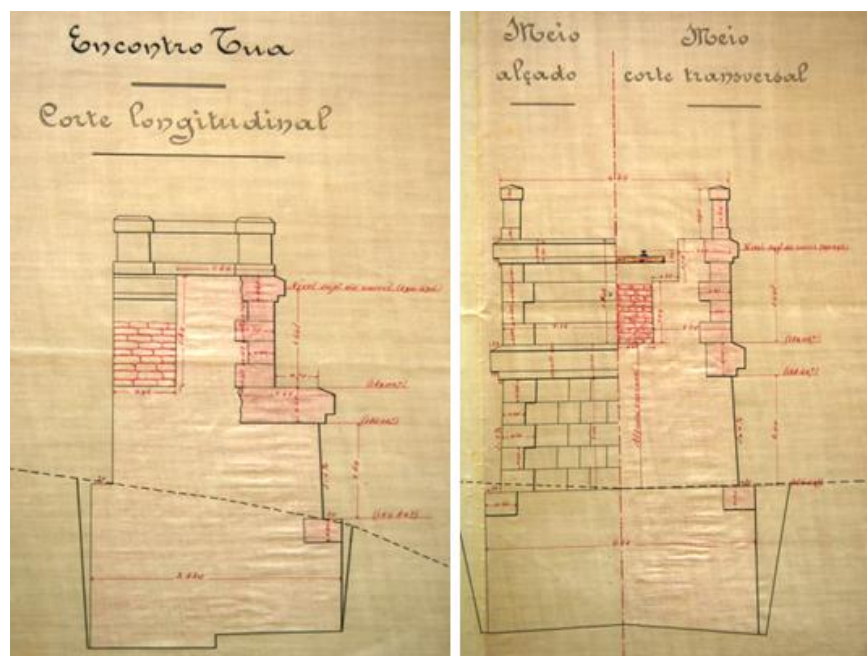


Figura 5-9: Corte longitudinal do encontro do lado do Tua, da ponte de Meireles/Cachão; à direita observa-se meio alçado e meio corte transversal do encontro do lado do Tua (Fonte: REFER).

5.2.2. Cálculos justificativos

De seguida apresentam-se os cálculos justificativos para a ponte Meireles ou Cachão, com um vão de 15 metros, com unidades no sistema internacional (SI). No Anexo E apresenta-se o documento original dos cálculos justificativos para a mesma ponte.

Para as vigas principais o modelo de cálculo utilizado no dimensionamento foi uma viga simplesmente apoiada, solicitada por uma carga uniformemente distribuída de 27,4 kN/m (ver Figura 5-10), dos quais 6,5 kN/m correspondem ao peso próprio da estrutura e 20,9 kN/m correspondem à sobrecarga. Com esta carga atinge-se um esforço transversal máximo de 205,5 kN (ver Figura 5-11) e um momento fletor máximo de 770,62 kNm (ver Figura 5-12).

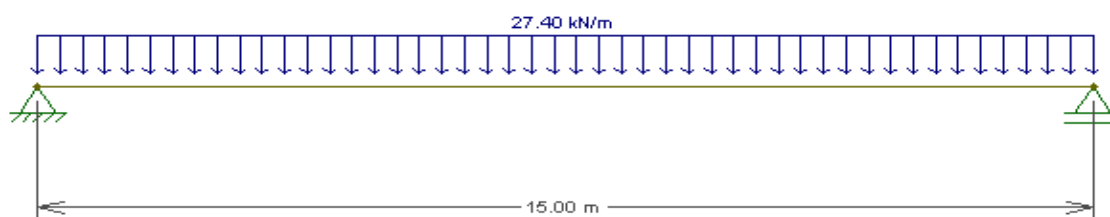


Figura 5-10: Modelo de cálculo das vigas principais (Elaborado no FTool, software de cálculo estrutural, Criado por Luiz Fernando Martha, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Católica do Rio de Janeiro).

$$\text{Esforço transversal } V = \frac{P \cdot L}{2} = \frac{27,40 \cdot 15}{2} = 205,5 \text{ kN}$$

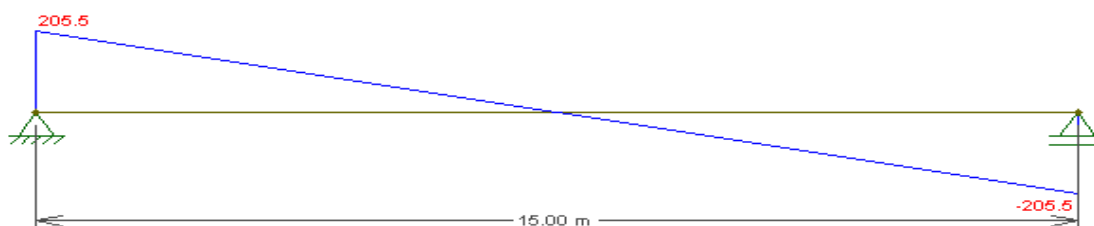


Figura 5-11: Diagrama de esforços transversos

$$\text{Momento fletor máximo } M = \frac{P \cdot L^2}{8} = \frac{27,40 \cdot 15^2}{8} = 770,62 \text{ kNm}$$

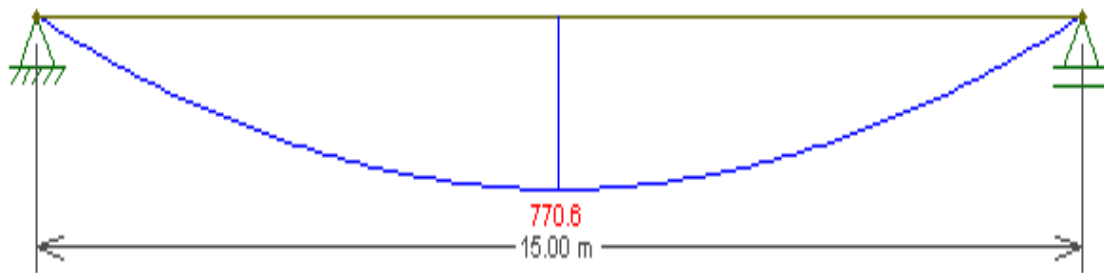


Figura 5-12: Diagrama de momentos flectores.

Na época em que a linha foi projetada e construída (finais do século XIX), as cargas não foram majoradas, pois o dimensionamento fazia-se baseado em tensões de segurança ou admissíveis. A secção das vigas era composta por chapas em ferro ligadas por rebites e chapas de ligação.

A Figura 5-13 apresenta as dimensões em milímetros da secção das vigas principais.

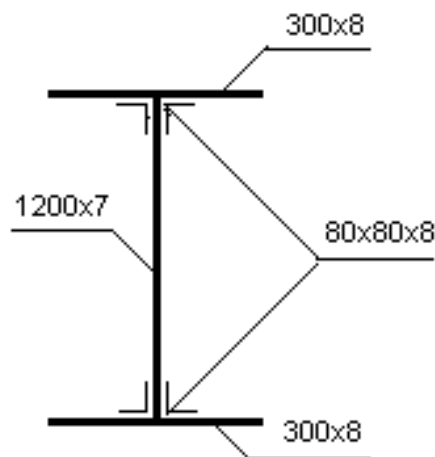


Figura 5-13: Dimensões (milímetros) da secção das vigas principais.

A partir destes dados calculam-se os dados mais importantes para o dimensionamento da estrutura, que se apresentam em seguida.

O módulo de flexão da secção é dado pela seguinte expressão $w = \frac{I}{v}$. Considerando apenas a alma da secção principal, de $1200 \times 7 \text{ mm}^2$, obtém-se um valor $w = \frac{I}{v} = 0,007264 \text{ m}^3$. Adicionando os banzos, constituídos por chapas de secção $300 \times 8 \text{ mm}^2$, obtém-se um módulo de flexão total para a secção de $0,013024 \text{ m}^3$.

A tensão instalada a meio vão (flexão) é dada pela seguinte expressão $R = \frac{M}{w}$, sendo que se obtém $59,2 \times 10^3 \text{ kPa}$. A tensão instalada nos apoios (esforço transversal) é de $24,5 \times 10^3 \text{ kPa}$.

Para as longarinas, o modelo de cálculo utilizado foi novamente de uma viga simplesmente apoiada, solicitada por uma carga uniformemente distribuída (carga permanente) de $1,20 \text{ kN/m}$ e por três cargas pontuais de 45 kN cada (ver Figura 5-14), resultando num momento fletor máximo de $44,10 \text{ kNm}$ (ver Figura 5-15).

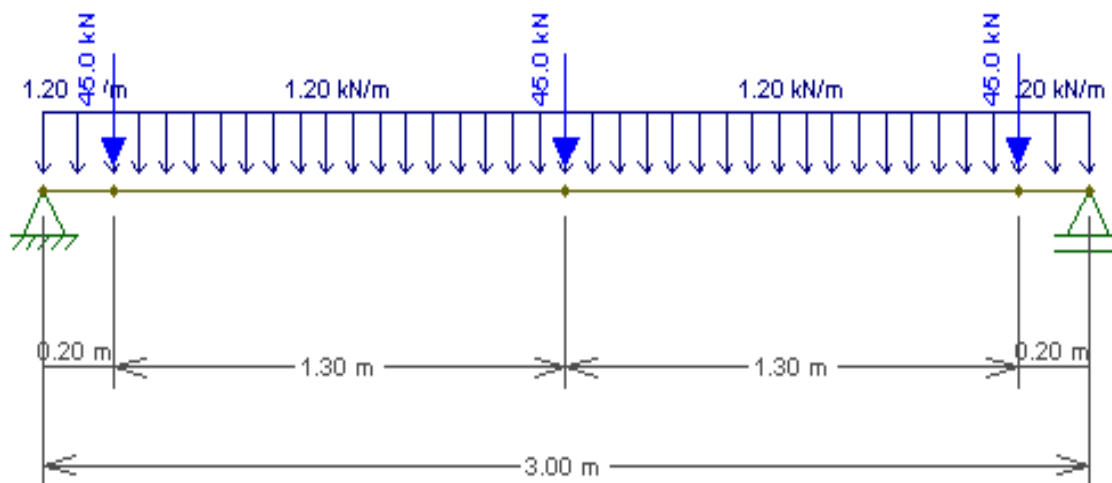


Figura 5-14: Modelo de cálculo das longarinas (FTool).

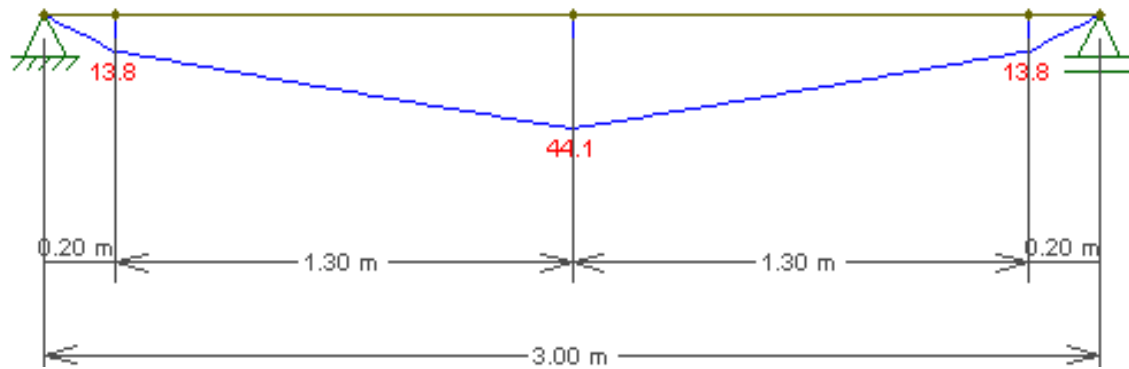


Figura 5-15: Diagrama de momento fletor nas longarinas (FTool).

A Figura 5-16 apresenta as secções das longarinas que conduzem a um módulo de flexão de $w = \frac{I}{v} = 0,000743m^3$ e uma tensão instalada de $59,4 \times 10^3$ kPa.

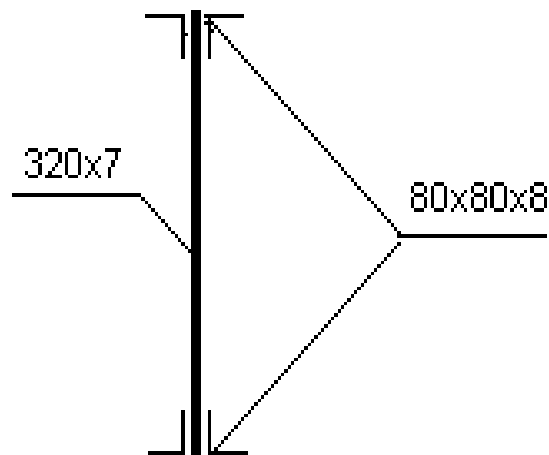


Figura 5-16: Dimensões (milímetros) da secção das longarinas.

No dimensionamento das carlingas, o modelo de cálculo usado foi novamente de uma viga simplesmente apoiada solicitada por uma carga uniformemente distribuída, carga permanente de 1 kN/m e por duas cargas pontuais (sobrecarga) de 100,35 kN (ver Figura 5-17), resultando num momento fletor máximo de 38,56 kNm (ver Figura 5-18).

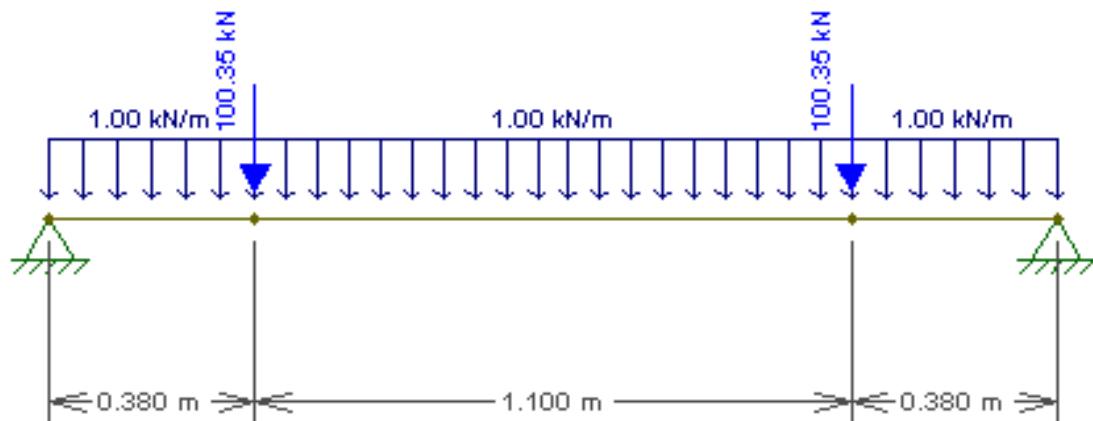


Figura 5-17: Modelo de cálculo das carlingas (FTool).

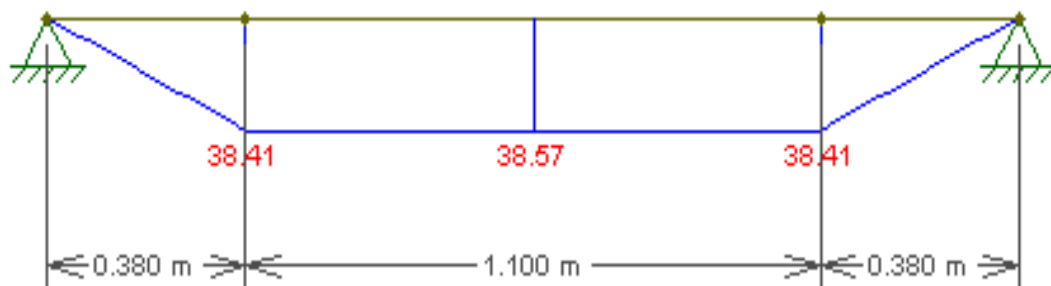


Figura 5-18: Diagrama de momento fletor nas carlingas (FTool).

A secção das carlingas (ver Figura 5-24) apresenta um módulo de flexão de $0,000664\text{m}^3$, logo a tensão instalada é de $58,1 \times 10^3 \text{ kPa}$.

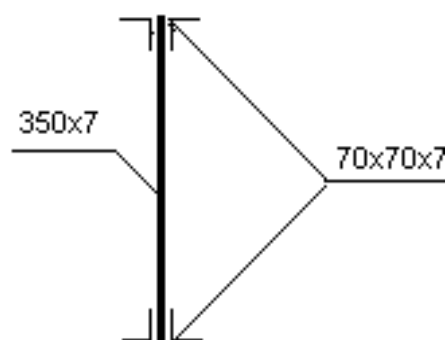


Figura 5-19: Dimensões (milímetros) da secção das carlingas.

5.3. Ponte em alvenaria de Ribeira da Carvalha/Frechas – desenhos e cálculos

5.3.1. Desenhos

A ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas contém uma abóbada em cantaria, encontrando-se ao quilómetro 45+778 da linha do Tua. Possui um arco ligeiramente abatido de 12,5 metros de desenvolvimento e uma flecha de 4,5 metros, com muros de testa com 5% de inclinação (ver Figura 5-20).



Figura 5-20: Ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fotos do autor, outubro de 2011).

Na Figura 5-21 apresenta-se o alçado da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas, onde se observa a existência de uma abóbada de alvenaria.

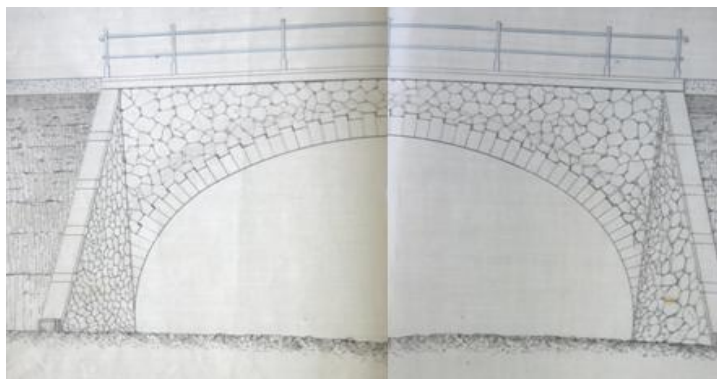


Figura 5-21: Alçado da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).

Nas figuras seguintes observam-se pormenores nos cortes da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas.

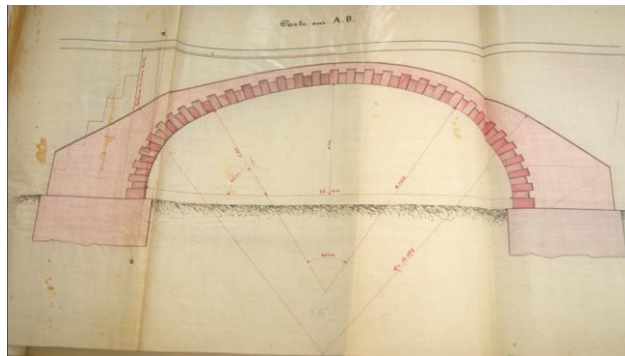


Figura 5-22: Corte longitudinal da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).



Figura 5-23: Corte transversal da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).

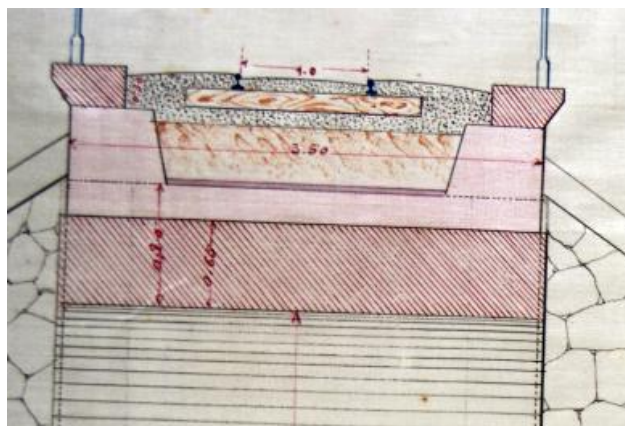
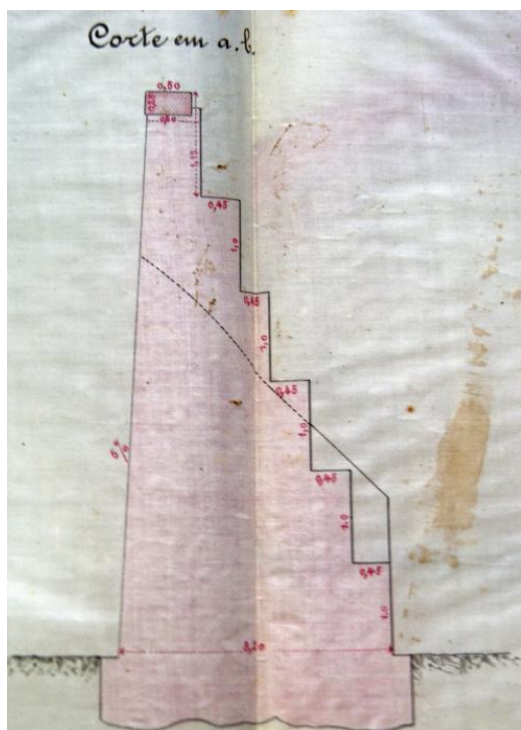


Figura 5-24: Pormenor da via da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas, incluindo balastro e travessas (Fonte: REFER).

Na figura que se segue está representado o corte longitudinal do muro testa da ponte Ribeira da Carvalha/Frechas, tipo gravidade, onde são visíveis os vários patamares de espessura ao longo da sua altura.



As estruturas em arcos e abóbadas foram amplamente utilizadas como uma alternativa viável em pontes e viadutos ferroviários. As regras tradicionais de construção em alvenaria reuniram-se em vários manuais teórico-práticos (Benvenuto, 1981; Breymann, 1926; Campanella, 1928; Corradi, 1998; Curioni, 1865-1884; Dupuit, 1870; Gauthey, 1809; Mery, 1840; Perronet, 1788; Rondelet, 1832), inicialmente provenientes da experiência e de estudos gráficos.

As regras propostas nos manuais antigos, do ponto de vista moderno, representam um primeiro passo simplificado para uma abordagem estrutural, sendo certo que estas regras permitiram a construção de milhares de pontes, a maioria dos quais ainda estão em serviço.

Abaixo são transcritos os cálculos elaborados pela Companhia Nacional do Caminho-de-Ferro. No Anexo F apresenta-se o documento com os cálculos originais.

«Linha de Foz Tua a Mirandela

Ponte de 12,0m d'abertura para a Ribeira de Frechas no km 45:400.

Fórmulas e dados que serviram de base para a confecção do Projeto.

Projetou-se a curva de intradorso com um arco de três centros em lugar d'um de volta abatida para assim dar maior vasão e diminuir o impulso nos encontros – os dados que entraram nas diferentes fórmulas pelas quaes se obtiveram as espessuras da Abóbadas e encontros, forão:

$$\text{Raios do intradorso} - \begin{cases} r = a - 1.366x(a - f) \\ R = 2a - r \end{cases}$$

$$2a - \text{abertura da ponte} = 2x6$$

$$f - \text{flecha da ponte} = 4,5$$

$$\begin{cases} r = 6,0 - 1,366x(6,0 - 4,5) \Leftrightarrow r = 3,951m \\ R = 2x6,0 - 3,951 = 8,049 \end{cases}$$

Com estes dados traça-se o intradorso, determinamos os elementos do extradorso.

Express do fecho – Fórmula de Dejardin: $e = 0,30 + 0,07R \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow e = 0,30 + 0,07x8,049$$

Fórmula de Dyont $e = 0,15x\sqrt{A}$

(É applicavel com materiaes muito duros)

Fórmula de Luguiseiu $e = 0,20x\sqrt{d + 0,1} \Leftrightarrow e = 0,20x\sqrt{12,10} = 0,696$

Fórmula de Leveillé $e = \frac{1,0+0,1d}{3} \Leftrightarrow e = \frac{1,0+0,1x12}{3} = 0,733$

Esta Fórmula é applicavel às Abóbadas de qualquer forma e segundo as comparações feitas em um grande numero de pontes, resulta que é mesmo applicavel às Abóbadas que sustentam comboyos e grandes aterros, (caudel, notes et fosim Pag 1:576).

A fórmula de Dejardin leva sempre a resultados muito superiores aos dos outros

A Fórmula de Leveillé parece pois, ser preferivel. Por precausão, porém, tomamos o valor que ella dá, 0,733 para a espessura do fecho d'uma Abóbadas supportando uma carga ordinaria, i é 0,60 d'aterro acima do entradorso e conseguiremos esse valor em atenção à sobre carga dos comboyos, e da altura d'aterro que exceder a 0,60.

Qeima do extradorso, suppôremos a chapa imprimiavel com 0.05 d'espessura, e uma camada de ballastro e terra de 0,80 ao todo 0,85 ou 0,25 a mais da carga ordinaria suppondo 2 madrinhas tender sobre a ponte, pesando cada uma

20:000, admitindo que a espessura dos encontros seja de 3,0, e a largura da ponte 3,5, a projecção horizontal do extradorso terá a superfície

$$(12 + 2 \times 3,0) \times 3,5 = 63,0 \text{m}^2$$

Sendo 1:600 a densidade média da camada do ballastro e terra acima do fecho esta pressão equivalerá a uma camada de ballastro cuja altura é $\frac{634k}{1.600} k = 0,39$ a altura total da sobre carga é pois: $0,39 + 0,25 = 0,64$ e o argumento a dar á espessura do fecho é (Luborgem pag 3/4)

$$0,20 \times 0,64 = 0,128$$

$$e = 0,733 + 0,128 = 0,861$$

Espessura do flecho $e = 0,90$

Espessura da junta da suptura – Determina-se pella Fórmula (Dub – pg – 118)

$$0,90 \times 1,80 = 1,62$$

Espessura dos pés direitos: (Dub pg 118) $E = (0,25 + 0,154d) \times \sqrt{\frac{2+0,54 \times C}{4} \times \frac{0,847}{0,65C+e}}$

Que é a Fórmula de Levillé, e nos leva ao valor $E = 2,727$

A Fórmula de Luginelin $E = \sqrt{D} [0,60 + 0,05 \left(\frac{D}{f} - 2 \right) + 0,04H] \Leftrightarrow$

$$E = \sqrt{12} [0,60 + 0,05 \left(\frac{12}{45} - 2 \right) + 0,04 \times 6,65] \Leftrightarrow E = 3,114$$

Fórmula de Ray $E = 0,20 + 0,30 (R + 2e) \Leftrightarrow E = 0,20 + 0,30(8,049 + 2 \times 0,9)$

Lisboa 10 de Dezembro de 1885

Beça»

6. PONTES RODOVIÁRIAS DO VALE TUA ENTRE FOZ TUA – MIRANDELA

6.1. Localização e principais características

Ao longo do rio Tua, entre Foz Tua e Mirandela, contabilizam-se sete pontes abertas ao tráfego automóvel, sendo que duas delas foram destruídas em cheias, que uma ponte é Medieval e atualmente para uso pedonal, e que uma das pontes está em construção (futuro IC5).

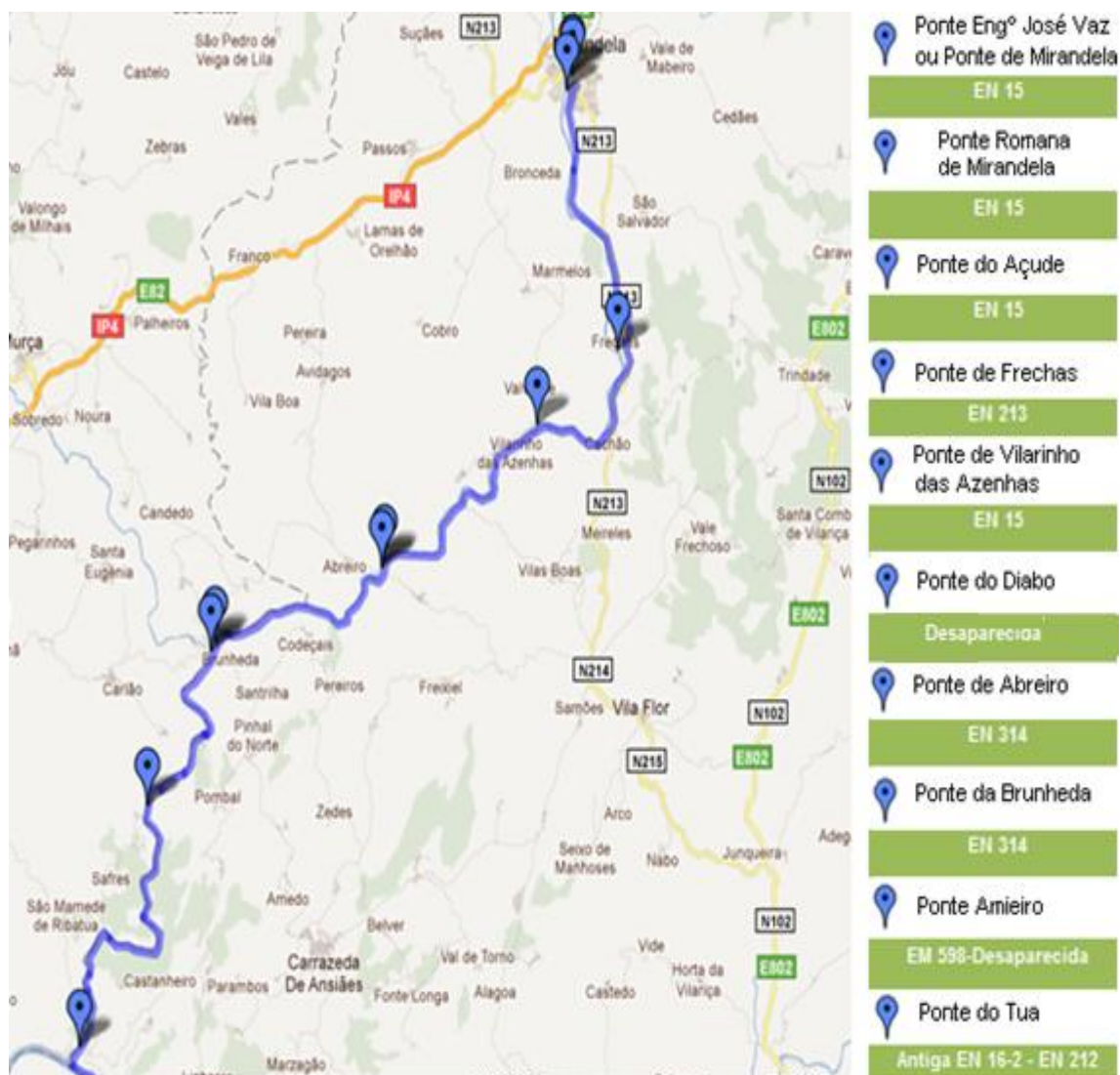


Figura 6-1: Mapa de localização de pontes rodoviárias sobre o rio Tua, entre Foz Tua e Mirandela (Fonte: Google Maps).

Tabela V: Cadastro das pontes rodoviárias sobre o rio Tua, entre Foz Tua e Mirandela

Nome	Estrada	Pk a meio vão	Tipo de obra	Data de construção	Comprimento total (m)	Notas
Ponte Tua	EN16-2 - EN212	055+942	Betão Armado	1940	123,3	Inaugurada em 1940; arco em betão simples
Ponte Amieiro	EM598	---	Metálica	1985	---	Ponte do Amieiro fazia a ligação da aldeia à estação que a servia, de seu nome Santa Luzia. Foi levada pela força das águas a 27 de dezembro de 2002
IC5	IC5	---	Betão Pré-esforçado	Em construção	---	Em fase de construção
Ponte da Brunheda	EN 314	0+00	Betão Pré-esforçado	1986	190,8	≈ 400m da Estação de Brunheda.
Ponte de Abreiro/Vieiro	EN 314	69+420	Betão armado	1957	103	É de um só arco
"Ponte do Diabo"	Medieval	---	Alvenaria	Idade Média	---	Ruiu em 1909
Ponte de Vilarinho das Azenhas	EN 15/ ED M60	---	Alvenaria	1900	100,35	Ponte em pedra com três arcos.
Ponte de Frechas	EN 213	61+600	Alvenaria	---	24,30	Alargamento e beneficiação em 1994
Ponte Açude	EN15	---	Betão armado	1992	139	Importante na regulação dos níveis das águas do rio Tua e nos problemas de inundação na cidade de Mirandela
Ponte Medieval de Mirandela	EN15	---	Alvenaria	Fins do século XV, inícios do século XVI	238,5	Atualmente encontra-se reservada apenas ao trânsito pedonal – Monumento nacional desde 1910
Ponte Eng.º José Vaz ou de Mirandela	EN15	---	Betão Pré-esforçado	1970	211	Substituição da ponte Medieval existente

Das pontes rodoviárias mencionadas apenas são objeto de análise aqui: a ponte do Tua, considerada representativa das pontes em betão armado e porque se insere nas proximidades da futura barragem do Tua; as pontes de Amieiro e do “Diabo”, pelo seu desaparecimento; a ponte de Vilarinho das Azenhas, por ser em alvenaria; e a ponte Medieval de Mirandela, por ser património nacional.

No Anexo D apresenta-se um inventário do material existente na EP relativamente às pontes existentes sobre o rio Tua, entre Foz Tua – Mirandela.

6.2. Ponte do Tua

6.2.1. Dados técnicos

A Ponte sobre o Rio Tua localiza-se ao km 55+942 da EN212 e destina-se a atravessar o vale deste Rio, fazendo a ligação entre o conselho de Alijó e Carrazeda de Ansiães, tendo sido projetada pelo Engenheiro Edgar Cardoso e inaugurada em 1940.

A Ponte é integralmente de betão armado, apresentando um desenvolvimento total de cerca de 123,3 metros e uma largura de 8.0 metros. É constituída por um vão central teórico em arco de 82,4 metros de desenvolvimento e por mais quatro vãos laterais (ver Figura 6-2). Na Tabela VI apresentam-se os principais dados técnicos da ponte do Tua.



Figura 6-2: Ponte do Tua (Fotos do autor, junho e agosto de 2011).

Tabela VI: Principais dados técnicos da ponte do Tua (Fonte: EP).

Ponte	Nº de vãos	Vãos teóricos (m)		Comprimento total (m)	Largura (m)	Comprimento dos muros de suporte (m)		Restrições	
Tua	5	10,0	9,5	123,3	8	Entrada	Saída	Velocidade (km/h)	Carga (ton)
		10,7	82,4			Direito	Direito	30	30
		10,7	---			50	50		
						Esquerdo	Esquerdo		
						45	33		

6.2.2. Memória descritiva e justificativa

Seguidamente apresenta-se o histórico da construção da ponte do Tua, baseada na memória descritiva do projeto existente na EP. A construção desta ponte (1940) foi justificada pela necessidade de ligação das localidades de Torre de Moncorvo, Carrazeda de Ansiães, Vila Flor, Alfândega da Fé, etc., a S. Mamede do Tua, Sabrosa, Pinhão, Régua, e mesmo Vila Real. Até então tal ligação só poderia fazer-se pela ponte de Mirandela, que fica a cerca de 60 quilómetros da ponte de Foz do Tua.

Anteriormente já se tinham feito estudos sobre esta importante ligação, pois o primeiro projeto remonta ao ano 1888, feito pelo engenheiro Von Haffe, que baseou os seus estudos na altura máxima atingida pela cheia de 1860. A ponte seria metálica, com 44,4 metros de vão e ficaria ligeiramente mais a montante do local onde se encontra atualmente. Posteriormente, em 1917, procedeu-se à revisão dos estudos feitos, tendo sido considerada a altura que atingiu a cheia, excecional, de 1909, que ultrapassou bastante a de 1860. O engenheiro inspetor Byrne Pereira ficou incumbido do novo projeto para a ponte do Tua. Este adotou uma solução que seria no mesmo local do primeiro estudo, constituída por um tramo metálico com 61 metros, apoiado em dois pilares fundados no leito do rio, a que se seguiriam três arcos de alvenaria de volta abatida com 10 metros de vão, um na margem esquerda e dois na margem direita.

Em 1933 foi iniciado pela Junta Autónoma das Estradas (JAE) um novo estudo dos acesos à ponte, com o objetivo de suprimir as duas passagens de nível sobre a linha do Douro, previstas nos projetos anteriores, e também evitar a construção de uma grande extensão de muros de suporte na margem direita do rio Douro. Nos novos estudos efetuados estabeleceu-se a necessidade de uma passagem de nível sobre a linha do Tua.



Figura 6-3: Passagem superior sobre a Linha do Tua (Foto do autor, maio de 2011).

A localização da ponte fez-se um pouco mais a jusante do local definido anteriormente (ver Figura 6-4).



Figura 6-4: Planta de localização da ponte do Tua, à esquerda (Fonte: EP); Localização da ponte do Tua, à direita (Fonte Google Earth).

A escolha do tipo de ponte teve em atenção dois aspetos importantes: os materiais que a região podia fornecer à construção e a necessidade de evitar a construção de pilares no leito do rio. Apesar do aspeto rochoso das margens do rio Tua, a pedra existente (xisto) não apresentava condições adequadas a uma ponte de alvenaria de grande vão e com blocos regulares.

A solução de uma ponte metálica, além dos inconvenientes referentes à sua conservação, apresentava à data um inconveniente económico: o elevado custo do aço. Assim, a solução adotada foi a construção de uma ponte em betão armado, pois existia a facilidade da obtenção de inertes na região. Atendendo ao elevado custo do aço, foi reduzida a sua utilização ao máximo possível, o que levou à construção de um grande arco em betão, sem qualquer armadura. Por facilidade de execução, e redução dos custos com cimbrês, os arcos laterais do viaduto previstos no anteprojecto foram substituídos por tabuleiros de betão armado.

Sobre o arco surge uma série de pilares de betão armado, sobre os quais se apoia o tabuleiro da parte central da ponte, formado por quatro vigas contínuas com 8 tramos, em cada metade do arco, as quais suportam a laje do tabuleiro. Os vãos de cada um destes tramos são de 4,45 metros (ver Figura 6-6). Dois fortes pilares rematam os extremos do arco, seguindo-se dois viadutos, o da margem direita constituído por três tramos de nove metros e o da margem esquerda constituído por um único tramo com o mesmo vão (ver Figura 6-5).



Figura 6-5: Foto da ponte do Tua (Foto do autor, outubro de 2011).

Os pilares sobre o arco possuem aparelhos de apoio na cabeça (ligação com as vigas do tabuleiro), com exceção dos quatro pilares de menor altura, sobre os quais as vigas dilatam livremente. Os passeios da ponte são dispostos em consola, em cada um dos lados do tabuleiro, com 0,8 metros de largura, sendo a faixa de rodagem de seis metros.

A forma do arco foi determinada por análises sucessivas, tendo resultado num arco de corda e flecha aproximadamente iguais. A sua execução e cálculo receberam especial cuidado, pois em Portugal não existia muita informação sobre este tipo de solução. Além disso, este foi o maior arco de betão simples construído em Portugal até a data, e um dos maiores da Europa.

O orçamento total da obra ficaria por 1.400.000\$00 (770.000 euros a preços correntes). Para esta cálculo utilizou-se o Índice de Preços no Consumidor de 1940 a 1960, de acordo com Mendes e Borges (2006) e a base de dados Pordata a partir de 1960). O custo por metro linear da ponte seria de 9.716\$00 (5350 euros), e por metro quadrado seria de 1.214\$00 (670 euros). A economia de aço resultante desta solução foi superior a 200 toneladas, quando comparada com uma solução em arco em betão armado. A quantidade de aço aplicada na obra foi de 94 toneladas, o que dá por metro linear de ponte uma média de 65 quilogramas, e por metro quadrado 8,1 quilogramas.

Durante a execução da ponte houve dois aditamentos ao projeto: o primeiro correspondeu à construção dos muros de suporte de acesso à ponte, e a segundo correspondeu “à substituição do betão de 300 kg de cimento por betão de 250 kg de cimento, nos encontros do arco; à alvenaria hidráulica dos pilares do cimbria, substituída por betão simples e por betão armado nas vigas longitudinais provisórias; à substituição das caixas de areia do cimbria por cunhas de madeira dura, aferrolhadas com parafusos de ferro e com porca”. Ao orçamento inicial acrescentou uma quantia de 717.617\$50 (395.000 euros), correspondendo 174.597\$30 (96.000 euros) à ponte e 543.020\$20 (299.000 euros) aos muros de acesso (Fonte EP).

6.2.3. Desenhos de execução

Seguidamente apresentam-se desenhos da execução da ponte do Tua. Na Figura 6-6, à esquerda, observa-se um corte longitudinal do viaduto (lado de Alijó), onde existe informação sobre a distância entre os pilares do viaduto; pormenorização de armaduras nestes elementos e dimensões longitudinais dos pilares e da laje. À direita é apresentado um corte transversal do viaduto, que contém a informação relativa às dimensões transversais dos pilares, da laje, dos passeios e dos muretes, bem como a pormenorização das armaduras.

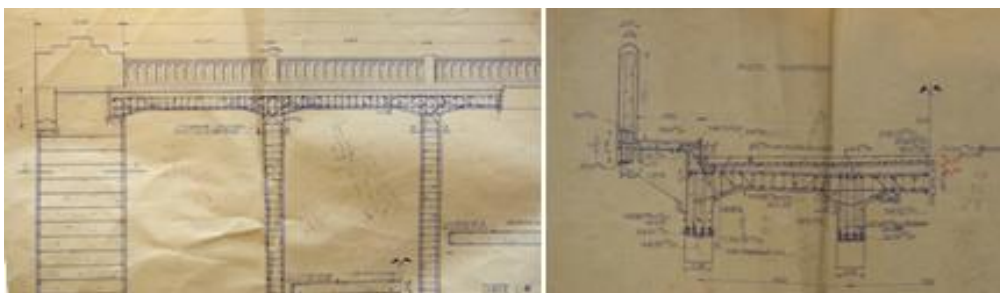


Figura 6-6: Corte longitudinal do viaduto, margem do lado de Alijó, à esquerda, e corte transversal, à direita (Fonte: EP).

Na Figura 6-7 apresentam-se cortes longitudinais da laje para os vãos extremos e para o vão central, onde se observam ligeiras diferenças nas quantidades de armadura.

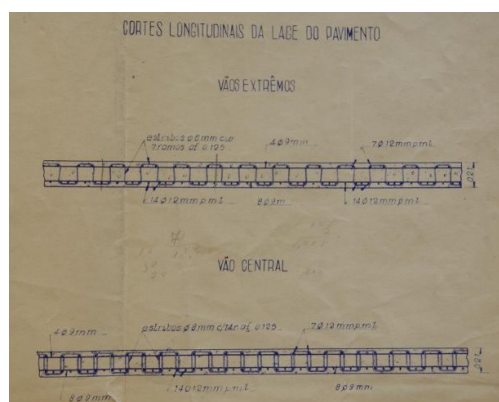


Figura 6-7: Corte longitudinal da laje para os vãos extremos e para o vão central (Fonte: EP).

Na Figura 6-8, parte superior, representam-se as guardas da ponte e os muretes dos seus encontros. Estes elementos são em betão armado com cerca de 0,90 metros de altura e com uns pequenos pilares distanciados entre si cerca de 3,60 metros.

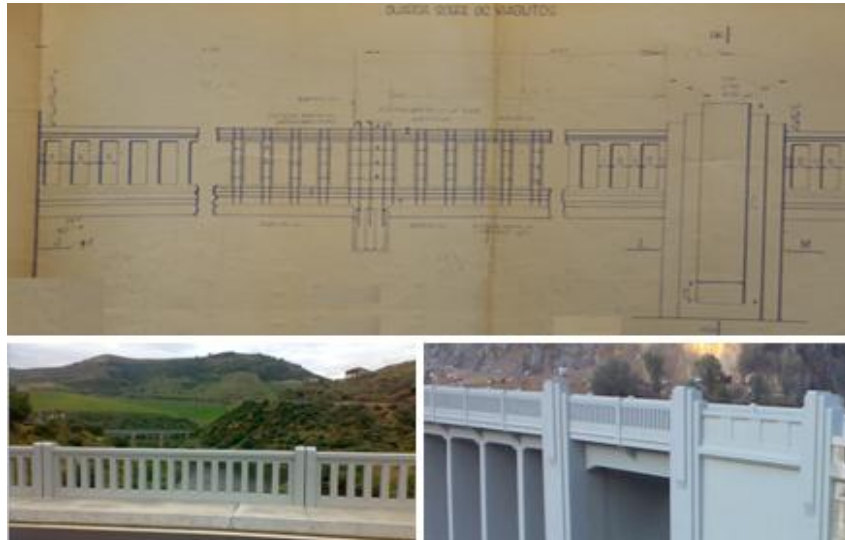


Figura 6-8: Guardas da ponte do Tua e os muretes dos seus encontros (Fonte: EP e Fotos do autor, maio de 2011).

As Figura 6-9 a Figura 6-11 são referentes ao encontro da margem direita. Nas duas primeiras visualiza-se a planta, o alçado da frente, o alçado posterior, um corte longitudinal e o alçado lateral. Em todos os alçados encontram-se também representadas as dimensões das fundações.

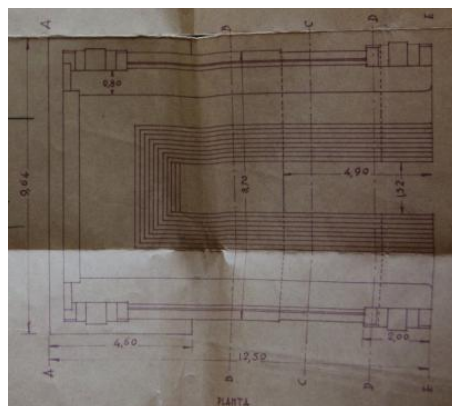


Figura 6-9: Planta do encontro da margem direita (Fonte: EP).

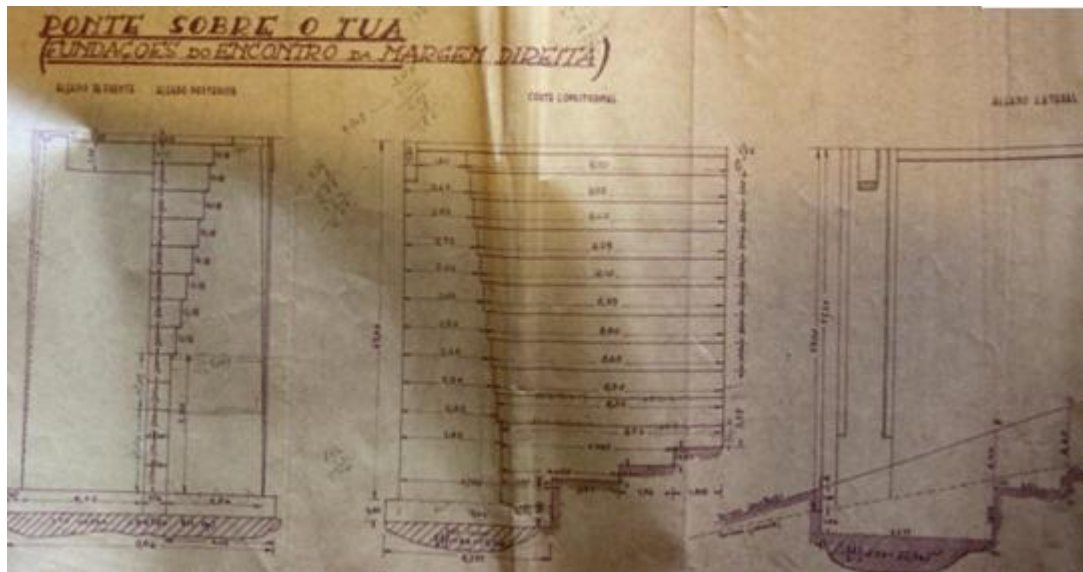


Figura 6-10: Fundações do encontro da margem direita (Fonte: EP).

A Figura 6-11 apresenta cálculos das escavações feitas para o encontro da margem direita, onde pode ver-se que o volume total de escavação seria de 205.725 metros cúbicos (m^3), acrescidos do volume do betão a traço de 52.347 m^3 , fazendo um total de 258.072 m^3 . Para a elevação e transporte dos produtos de desmonte da rocha considerou-se a mesma quantidade.

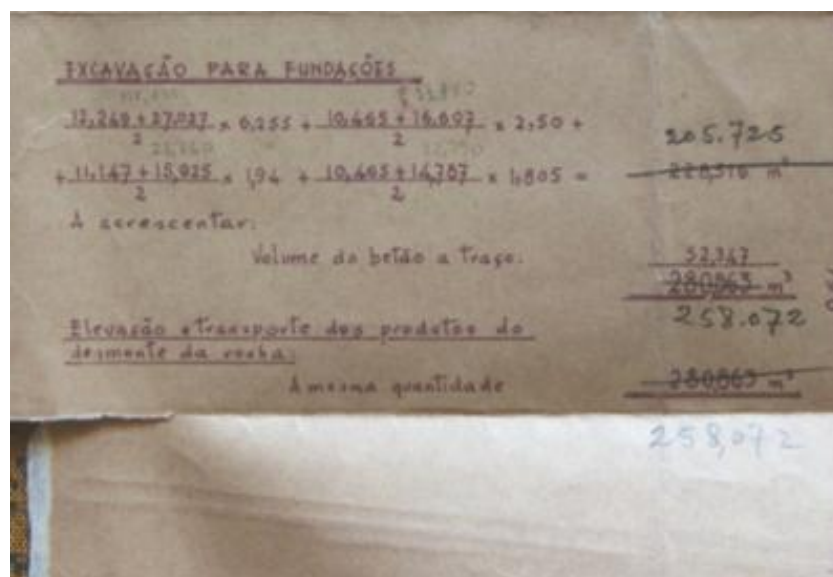


Figura 6-11: Cálculo para as escavações do encontro da margem direita (Fonte EP).

Na Figura 6-12 estão caracterizados os perfis do terreno de Foz Tua, bem como os respectivos muros de suporte. A Figura 6-13 apresenta os perfis tipo dos muros de suporte em função das respectivas alturas.

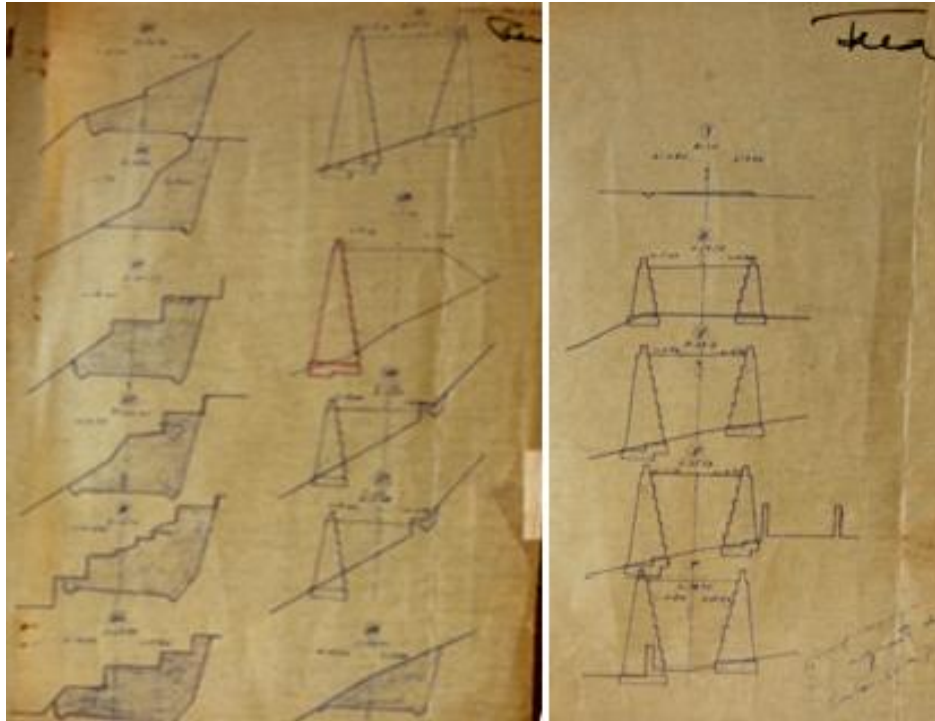


Figura 6-12: Perfis do terreno do acesso a ponte, do lado de Foz Tua, e os respectivos muros de suporte (Fonte: EP).

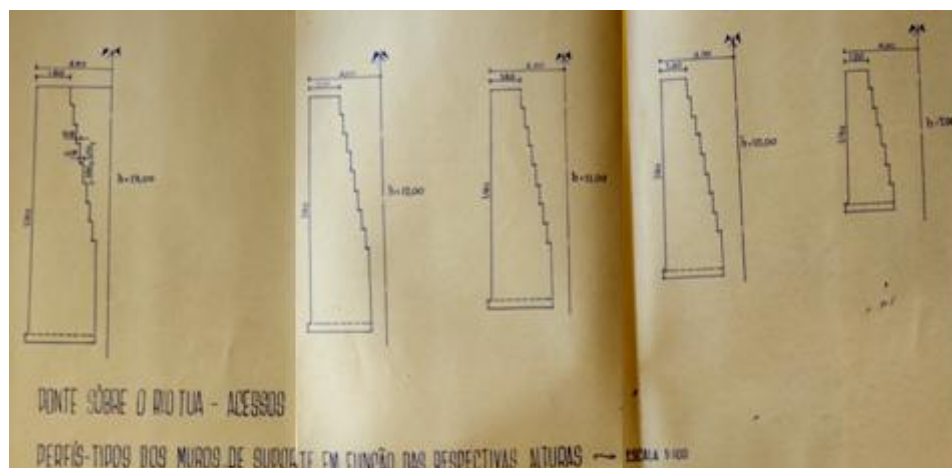


Figura 6-13: Perfis tipo dos muros de suporte em função das respectivas alturas (Fonte: EP).

Na Figura 6-14 está representado o plano de betonagem da ponte do Tua, onde se podem observar as várias fases de betonagem da ponte.

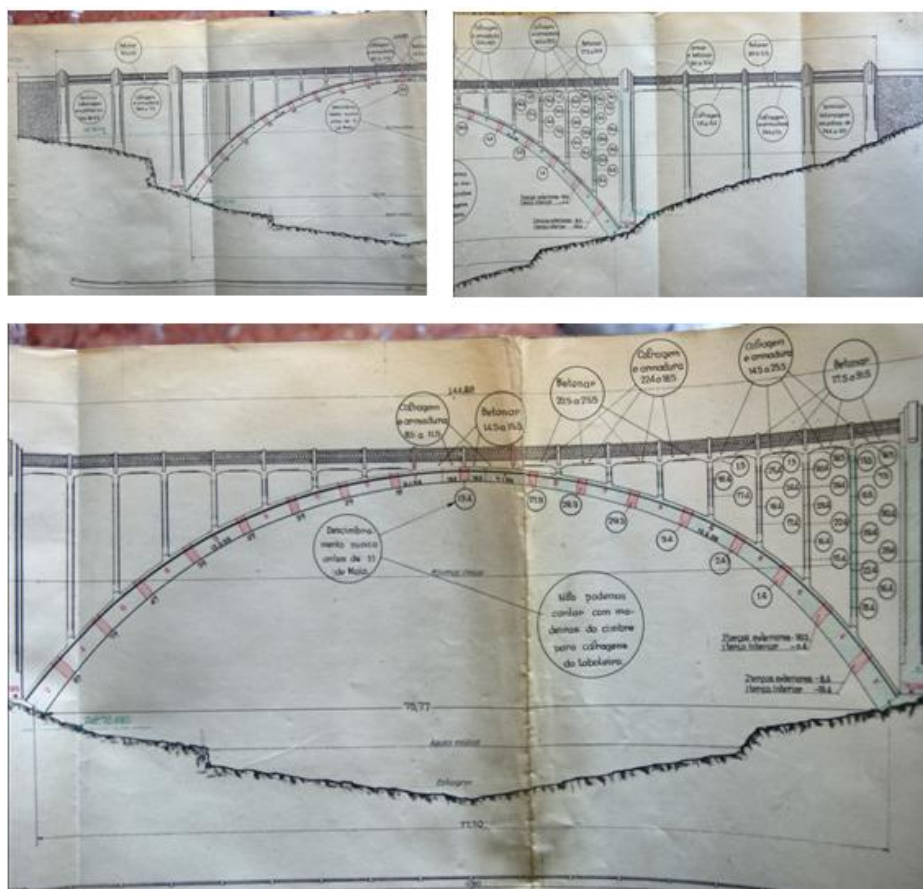


Figura 6-14: Plano de betonagem da ponte do Tua (Fonte: EP).

6.2.4. Reabilitação da ponte

O Projeto de Reabilitação da Ponte sobre o Rio Tua foi projetado pela ENCIL – Projetos e Estruturas de Engenharia Civil e teve como empreiteiro a CONDURIL – Construtora Duriense, sendo esta fiscalizada pelo Centro Operacional do Norte, com um prazo de 270 dias para a execução dos trabalhos e um custo total de 1.042.280.00 euros (ver Figura 6-15). Esta reabilitação teve como objetivo reforçar a estrutura, introduzir uma proteção geral para a estrutura de betão armado e reparar algumas deficiências localizadas na obra. O custo parece elevado face ao valor da construção da obra a preços correntes (1.0M€ de reabilitação vs. 1.16 M€ de construção), mas provavelmente justificável pelo custo dos meios de acesso.



Figura 6-15: Reabilitação da ponte do Tua (Foto do autor, maio de 2011).

A reabilitação da Ponte sobre o rio Tua consistiu no reforço das lajes e vigas do tabuleiro; substituição dos passeios e guardas; reparação das zonas de betão degradado e armaduras com sinais de corrosão; substituição de aparelhos de apoio e juntas de dilatação; injeção nas fissuras e reparação de superfícies de betão e argamassas de reboco (ver Figura 6-16) [Web 48]).



Figura 6-16: Obras de reabilitação da ponte do Tua (Fonte: [Web 48]).

6.3. Ponte de Amieiro

A ponte metálica de Amieiro foi construída em 1985 com dinheiro de um benemérito amieirense José Maria Teixeira da Rocha, e construída por intermédio da Câmara de Alijó, que projetou e fiscalizou a obra (ver Figura 6-17). No entanto, para a construção daquela estrutura, a autarquia não fez qualquer estudo hidrográfico ou levantamento topográfico.



Figura 6-17: Antiga ponte metálica de Amieiro (Fonte: [Web 45](#)).

A força das águas, a 27 de dezembro de 2002, levou a ponte. Esta fazia a ligação da aldeia à estação que a servia, de seu nome Santa Luzia, por alusão à santa padroeira da terra, e permitia a quem tem terrenos na outra margem do rio Tua que pudesse facilmente lá chegar. Por causa desta situação, houve até muitos agricultores que deixam a azeitona por apanhar nas oliveiras. É que, sem ponte, para chegar ao outro lado do rio, a população de Amieiro tem de percorrer cerca de 40 quilómetros. O município de Alijó, a que pertence a freguesia do Amieiro, prometeu a reconstrução da ponte para 2004.

Depois da sua queda, a primeira solução apontada para a resolução do problema foi a colocação de uma ponte militar, ideia que foi quase de imediato abandonada devido à grande dimensão do vão a ultrapassar e aos elevados custos que teria de suportar a autarquia. Mais tarde, concluiu-se que o Instituto de Estradas de Portugal não poderia avançar com a construção de uma ponte de raiz, já que tal obra não fazia parte do Plano Rodoviário Nacional e, como tal, não poderia abrir-se um precedente com a construção de uma nova estrutura na localidade.

Em 2004 o presidente da Câmara Municipal de Alijó, Artur Cascarejo referiu que este problema da travessia entre estas duas localidades estaria “quase resolvido”, faltava um acordo financeiro com o Estado. A construção da nova ponte, em betão armado, custaria cerca de 500 mil euros. Com a construção da barragem esta ponte ficou sem efeito até aos dias de hoje. [\[Web 49\]](#).

6.4. Ponte de Abreiro ou “Ponte do Diabo”

A montante da atual ponte sobre o rio Tua, que liga Abreiro a Vila Flor, subsistem ruínas de uma ponte de grande dimensão, não só em comprimento mas também em altura, que seria constituída por um tabuleiro horizontal ou de cavalete assente sobre três arcos. Esta ponte, designada por Ponte de Abreiro ou “Ponte do Diabo”, desapareceu com a grande cheia que ocorreu em 1909 (ver Figura 6-19).

Nas ruínas observam-se os encontros nas duas margens, bem como dos dois pegões que seriam reforçados por contrafortes com talhantes e talha-mares triangulares. O aparelho seria de silhares de granito siglados de pequena dimensão. Na base dos arcos existiriam dois níveis de séries de aberturas para apoio dos agulheiros. Do lado de Abreiro conservam-se longos troços de calçada do antigo caminho que ligava Abreiro à ponte. À beira desse caminho, já muito próximo da ponte atual, existem ruínas de duas casas [\[Web 63\]](#).



Figura 6-18: Ruínas da Ponte Abreiro ou “Ponte do Diabo” (Fotos do autor, maio de 2011).

Uma breve cronologia Ponte de Abreiro ou “Ponte do Diabo” é dada pelo seguinte: Época de construção - Idade Média; 1696 - Os moradores da aldeia de Rebordãos foram escusos de participar nas obras da ponte; 1734 - Obras na ponte subvencionadas por Manuel Machado de Araújo, fidalgo cavaleiro da Casa Real; 1909 - Ocorreu uma grande cheia que destruiu a ponte [\[Web 50\]](#).



Figura 6-19: Foto da antiga Ponte de Abreiro, foto anterior a 1909 (Fonte: [\[Web 50\]](#)).

Existem várias lendas em redor desta ponte, passando-se a seguir a descrever as duas mais conhecidas. A primeira refere-se à bondade e a autoridade que Manuel Machado de Araújo gozava em Abreiro. Este homem dava trabalho aos habitantes da freguesia e fazia-se obedecer. O povo, por sua vez, não habituado a trabalhar tanto, dizia: "Este Homem é o Diabo. / Faz tudo que quer". Daí a reconstrução da ponte ser conhecida como a “Ponte do Diabo”. Em 1909 ocorre uma grande cheia que levou o arco da ponte, acontecimento que ninguém imaginava que pudesse ocorrer, daí que o povo, admirado, continua dizer: "O Diabo a fez. / O Diabo a levou".

Outra lenda que subsiste na região prende-se com o facto de “a ponte, a Arcã e o cruzeiro terem sido construídos pelo diabo, de noite, que prometeu fazer também uma estrada da ponte até à povoação, em troca da alma de uma moça

que lha entregaria, para mais comodamente passar o rio, a fim de ir buscar água a uma fonte, sita na margem esquerda”. Segundo o conto, “o diabo daria a ponte concluída numa só noite, antes de cantar o galo. Quanto mais afanosa trabalhava uma legião de demónios arreando, aparelhando e assentando pedras, cantou o galo. Que galo é? - Perguntou o rei das trevas infernais. - Galo branco. - Responderam-lhe. Ande o canto - ordenou ele. O breve espaço, novo canto. Que galo é? Galo preto. - Pico quedo vociferou ele. Faltava apenas uma pedra para assentar nas guardas da ponte e assim ficou, por mais vezes que os homens tenham lá colocado, aparece derrubada pelo diabo no rio na noite seguinte” (Fonte: CM Mirandela).

6.5. Ponte de Vilarinho das Azenhas

6.5.1. Memória descritiva

A ponte de Vilarinho das Azenhas localiza-se sobre o rio Tua, entre os perfis 767 e 784 do 3º lanço da Estrada Distrital M 60 de Vilarinho das Azenhas a Leirós, com uma extensão de 100,34 m. A ponte é formada por 3 vãos, tendo cada um 17,00 m de vão e 4,25m de flecha.



Figura 6-20: Ponte de Vilarinho das Azenhas (Fotos do autor, junho de 2011).

Os arcos encontram-se sobre apoios de secção retangular, reforçados a jusante e a montante por talha-mares e talhantes semicirculares. Os pegões apresentam também talha-mares em quarto de círculo, que se localizam entre os pegões e o canto do encontro que se apresenta mais largo que o corpo da ponte. Os paramentos do corpo da ponte, dos encontros e dos apoios apresentam um aparelho médio irregular em xisto com argamassa, que contrastam com o aparelho médio regular em granito dos arcos e com a face exterior das aduelas almofadadas. Apresenta uma cornija ao longo do tabuleiro sob um resguardo constituído por blocos graníticos dispostos na vertical.



Figura 6-21: Encontro do lado de Vilarinho das Azenhas, à esquerda; vista do tabuleiro da ponte de Vilarinho das Azenhas da margem esquerda do rio Tua (Fotos do autor, junho de 2011).

Em agosto de 1892 deram-se início aos primeiros estudos para o projeto da ponte sobre o rio Tua que, por motivos de uma forte crise, durante o período de 1892 – 1894, só foram concluídos em outubro 1894. Nesse mesmo ano foram apresentados ao conselho Superior de Obras Públicas e Minas, onde constavam as peças escritas, constituídas por memória descritiva e caderno de encargos, medições, série de preços e orçamento. Em 1896 são reformulados os documentos e em 1897 a obra é posta a concurso, mas não surgem

concorrentes em virtude dos valores do orçamento, o que exige a elaboração de um novo concurso.

Os valores do orçamento não estariam em conformidade com a realidade vivida naquele período, pois existiu um grande aumento no preço dos géneros de primeira necessidade, e não contabilizava a enorme corrente de emigração que se notou neste distrito, factos que influenciaram muito no aumento dos preços das jornas e dos materiais.

Atendendo à circunstância favorável de ter terminado o período mais agudo da crise, elaborou-se um novo orçamento, que não só reduzisse um pouco o preço de algumas jornas como também a dos materiais que se podiam obter em condições mais razoáveis do que na ocasião em que foi elaborado o primeiro orçamento. A cantaria foi de todos os materiais o que sofreu maior redução no preço, não só pelas razões apresentadas, como também pelo facto da existência de um grande depósito de granito junto da linha férrea do Tua a Mirandela, próximo da estação de Abreiro, que o empreiteiro poderia adquirir por um preço muito reduzido.

Houve também modificações de projeto, tendo sido reduzidas algumas secções da estrutura de madeira, sem contudo, ser prejudicada a resistência à flexão e sem serem aumentados os deslocamentos nos pontos mais relevantes. Com todas estas modificações que foram feitas conduziām a uma economia de 10000 reis (ou 10\$00, uma vez que 1 escudo é equivalente a mil réis).

Durante a execução da ponte foi apresentado um orçamento suplementar referente a obras a mais, para esgotos e casos de força maior, reclamação que conduziu a um acréscimo de 3 963,315 reis no orçamento inicial. O preço do contrato inicial da construção da ponte foi de 21 000 000 reis que, com o acréscimo indicado fez um total de 24 963,315 reis (Fonte: EP). Na Figura 6-22 é apresentado o documento referente à aceitação do orçamento suplementar, datado de 8 de maio de 1900.

Por despacho de Ex.^{ma} Officio de 22 d' Abril ultimo
 conferenciada a terra e povoa de Ex.^{ma} Comarca techada e Chasla
 e lica de 18 de janeiro de corrente anno, foi approvada uma reclama-
 cao por Chasla a mais expostos e cauz de terra mais, de empresticio
 de construccao da ponte sobre o Rio Qua na estrada da tructa
 No 52 d' St. Thome de e Agualha no Lido e com essa
 Reclamacao, na empresticio de 2.962,315, nos conta
 nos areas de rephector ocremente e por um que e
 Idana necessaria e present ocremente supplementar
 O preço de construccao para a construccao da pon-
 te e de 2.128,000
 que com a empresticio de reclamacao 2.962,315
 da a pagar na empresticio 24.962,315
 Para jernar e conta de jernar
 ja pago en requintado 1507,000
 a requintado 289,685 1.796,685
 Conta de Chasla 20.760,000
 Ocremente primitivo 2.960,000
 E o ocremente supplementar de 3.960,000

Braganca 8 de Maio de 1900
 D. Engenheiro Director
 Abattoes para Popul.

Figura 6-22: Orçamento suplementar aceite a 8 de maio 1900 (Fonte: EP).

6.5.2. Cálculos justificativos

De seguida transcreve-se a Memória descritiva e justificativa da ponte projetada em 1895, referindo-se que no Anexo G se pode visualizar o documento original.

“A ponte que projectamos deve ser construída sobre o rio Tua entre os perfis 767 e 784 do 3º lanço da Estrada Distrital M: 60 de Vilarinho das Azenhas a Leirós. A sua extensão, incluindo a das avenidas é de 100,34 m.

A ponte é formada por 3 vãos, tendo cada um 17,00 m de abertura e 4,25m de flexa.

A secção de vazão S_p até ao nascimento das Abóbadas (altura da maior cheia conhecida) é de $332,08 \text{ m}^2$ e a secção dos vazão S_r do rio, no local onde há-de ser construída a ponte, é igual a $424,07 \text{ m}^2$.

Visto não ter sido possível determinar directamente a velocidade da corrente, cujo valor é indispensável para o cálculo do regolpfo, recorreremos, por este motivo, às fórmulas de Humphreys e Abbot.

$$\sqrt{vm} = \sqrt{0,0081b + \sqrt{68,7 \times R1 \times \sqrt{I} - 0,09 \sqrt{b}}} \quad (1)$$

$R1 = \frac{1}{2}R$, sendo R o raio médio, isto é, a relação entre a Direção entre a secção de vãos Sr e o perímetro molhado P .

$$R = \frac{Sr}{P} = \frac{424,07}{90,30} = 4,696, \text{ portanto, } R1 = \frac{1}{2} \times 4,696 = 2,348$$

$$b = \frac{0,284}{\sqrt{R + 0,457}} = \frac{0,284}{\sqrt{4,696 + 0,457}} = \frac{0,284}{\sqrt{5,153}} = \frac{0,284}{2,260} = 0,12$$

$I=0,0012$ (inclinação longitudinal do leito do rio).

Substituindo em (1) os valores de b , R , $R1$, e I , teremos:

$$\begin{aligned} \sqrt{vm} &= \sqrt{0,0081 \times 0,12 + \sqrt{68,7 \times 2,348 \times \sqrt{0,0012} - 0,09 \sqrt{0,12}}} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \sqrt{vm} &= \sqrt{0,00972 + \sqrt{161,3076 \times 0,0346 - 0,09 \times 0,346}} \Leftrightarrow \sqrt{vm} \\ &= \sqrt{0,00972 + \sqrt{5,58124296 - 0,031}} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \sqrt{vm} &= \sqrt{0,00972 + 2,3624} - 0,031 \Leftrightarrow \sqrt{vm} = \sqrt{2,363372} - 0,031 \Leftrightarrow \sqrt{vm} \\ &= 1,506 \end{aligned}$$

$vm = 1,506^{-2} = 2,27$, valor da velocidade média da corrente antes da construção da ponte.

Segundo Prony $vm = 0,80$ m/s, sendo vs a velocidade a superfície, portanto,

$$v_s \approx \frac{vm}{0,80} = \frac{2,27}{0,80} = 2,83$$

A relação entre a velocidade no fundo v_f . e a velocidade a superfície v_s é dada pela forma

$$v_f = 2vm - v_s = 2 \times 0,80v_s - v_s = v_s(1,60 - 1,00)0,60v_s = 0,60 \times 2,83 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_f = 1,698$$

Velocidade da corrente no fundo do rio antes da construção da ponte.

A pesar do estrangulamento do rio a ponte devera dar vazão, pouco mais ou menos ao mesmo volume d'água na mesma unidade de tempo, porem para que isto succeda é preciso que as aguas tomem debaixo da ponte uma velocidade media acelerada V_m igual a

$$V_m = \frac{vm \times S_r}{S_p} = \frac{227 \times 424,07}{332.08} = 2,90$$

As velocidades aceleradas a superfície e no fundo serão respectivamente

$$V_s = \frac{V_m}{0,80} = \frac{2,90}{0,80} = 3,625 \text{ e } V_f = 0,6 \times V_s = 0,6 \times 3,625 = 2,175, \text{ valor}$$

perfeitamente acceitavel visto o leito do rio ser formado de rocha dura.

Calcularemos o regolpo pela fórmula de Besse.

$$I = \frac{p^2}{2g} \left(\frac{1}{H^2 \times f^2 \times h^2} - \frac{1}{L^2(h+I)^2} \right) \quad (2)$$

Equação do terceiro grau em I , que resolve pelo método das aproximações sucessivas.

I é o regolpo, isto é, a diferença entre a altura da agua e o montante da ponte e a que ella toma de baixo da mesma no local onde a construção dos filetes e mais sensível.

$P = vm \times Sr = 2,27(m) \times 424,07(m^2) = 962,64(m^3)$, valor do vazão por segundo.

$$P^2 = 926:875,770$$

H coeﬃciente médio de contracção devida á presença dos encontros e pilares valores a admittido quando se empregam toleneares de secção circular.

L = 80,30 m largura do leito do rio antes da construção da ponte l = 50,25 m porção d'esta largura deixada livre pelos obstáculos que causam a contracção.

h = 6,51m altura da agua no sitio onde é maior a contracção.

Fazendo no 2º membro da equação (2) I =0 e substituindo P2, g, H, h, l e L pelos respectivos valores temos:

$$\begin{aligned} I &= \frac{926:875,770}{19,68} \left(\frac{1}{0,90^2 \times 50,25^2 \times 6,51^2} - \frac{1}{80,5^2 \times 6,51^2} \right) \\ \Leftrightarrow &: 231,18 \left(\frac{1}{0,81 \times 2525,0625 \times 42,38} - \frac{1}{6448,09 \times 42,38} \right) \\ \Leftrightarrow I &= 47:231,18 \left(\frac{1}{86679,81} - \frac{1}{273270,05} \right) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow I &= 47:231,18(0,0000115 - 0,0000036) = 0,37 \end{aligned}$$

Faremos no 2º membro da equação (2) I = 0,37, teremos:

$$\begin{aligned}
 I &= 47:231,18 \left(0,0000115 - \frac{1}{L^2(h \times I)^2} \right) \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow I &= 47:231,18 \left(0,0000115 - \frac{1}{80,30^2(6,51 \times 0,37)^2} \right) \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow I &= 47:231,18 \left(0,0000115 - \frac{1}{6448,09 \times 6,88^2} \right) \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow I &= 47:231,18(0,0000115 - 0,0000033) \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow I &= 47:231,18 \times 0,0000082 = 0,39
 \end{aligned}$$

Para $I = 0,39$, teremos:

$$\begin{aligned}
 I &= 47:231,18 \left(0,0000115 - \frac{1}{306:994} \right) \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow I &= 47:231,18(0,0000115 - 0,000003) = 0,40 \text{ Valor do regolpo}
 \end{aligned}$$

Este valor é um pouco superior ao limite admitindo que é, como se sabe, igual a 0,30. Devemos porem, notar que no local onde há de ser construída a ponte há grandes depressões no leito do rio, nasquaes se accumula a areia que é arrastada pela corrente, em ocasiões de grandes cheias. Como vimos a velocidade accelarada da corrente no fundo do rio e de 2,175 m; muito antes da velocidade atingir este valor a corrente arrastara a areia, argumentando d'esta forma a secção de vazão e diminuindo, por consequência, o valor de regolpo.

Passaremos agora ao cálculo das cotas de resistência dos diferentes elementos da ponte.

Abóbadas

A espessura no fecho das abóbadas foi calculada pela fórmula de Craizette-Desnoyers

$$e = 0,15 + 0,15\sqrt{2R}$$

$$R = \frac{\left(\frac{e}{2}\right)^2 + f^2}{2f} = \frac{8,5^2 + 4,25^2}{2 \times 4,25} = \frac{72,25 + 18,0625}{8,50} = 10,625$$

Portanto

$$e = 0,15 + 0,15\sqrt{2 \times 10,625} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow e = 0,15 + 0,15\sqrt{21,25} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow e = 0,84$$

Ruis das Abóbadas

A espessura nas ruis é dada pela fórmula

$$é = 1,80 \times e = 1,80 \times 0,84 = 1,51$$

Encontros

Para o cálculo da espessura dos encontros recorremos a fórmula de Leveillé.

$$E = (0,33 + 0,212d) \sqrt{\frac{h}{H} \times \frac{d}{f+e}} \quad (3)$$

Sendo,

h igual altura de encontro

H igual a distância vertical entre a parte superior das fundações e a parte superior da calçada. Substituindo na Fórmula (3) *e, f, d, h* e *H* pelos seus respectivos valores, teremos:

$$E = (0,33 + 0,212 \times 17,0) \sqrt{\frac{5,56}{11,36} \times \frac{17,00}{4,25 + 0,84}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow E = (3,934) \sqrt{\frac{94,52}{57,8224}} = 3,934 \sqrt{1,6346} = 3,934 \times 1,27 = 4,996 \text{ m}$$

Ou

$$E = 5,0\text{m}$$

Avenidas

Muros de cortinas

Calculamos a espessura dos muros de cortina por meio da Fórmula $x = 0,35h = 0,35 \times 10,50\text{m} = 3,68\text{m}$ e adoptando esta espessura 1/9 da altura do muro a partir da altura do muro a partir da superfície superior das fundações. O paramento exterior tem um jarramento igual a 1/25 interior é formado por degraus conforme se vê nos respectivos desenhos.

Verificação da estabilidade dos muros de cortina

O impulso horizontal é dado pela fórmula:

$$P = \frac{\delta h^2}{2} \tan^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1:800 \times 10,50^2}{2} \tan^2 28:10$$

$$P = \frac{1:800 \times 10,50^2}{2} \times 0,535^2 = 900 \times 110,25 \times 0,286 = 23:378 kg$$

O peso do muro é igual a $P = \frac{AB+Ce \times L \times H}{2} = \frac{1,50+3,90}{2} \times 10,50 \times 2:50 (kg) = 70:875 kg$

$H = 2:500 kg$ densidade de alvenaria

$\delta = 1:800 kg$

$\alpha = 56^\circ 20'$ Ângulo de escorregamento das terras

O peso das terras compreendidas entre o prisma de maior impulso e o paramento interior do muro será:

$$P' = \frac{BE}{2} \times h \times \delta = \frac{2,00}{2} \times 10,50 \times 1:800 (kg) = 18:900 (kg)$$

O peso total será pois:

$$P'' = P + P' = 70:875 (kg) + 18:900 (kg) = 89:775 kg$$

A resultante do impulso e do peso total é igual a 93:000 kg, como se vê no respectivo desenho e na componente vertical d'esta resultante é:

$$P_1'' = 93:000 \times \cos 14^\circ = 93:000 \times 0,97 = 90:210 kg$$

Escorregamento sobre a base

Para que não haja escorregamento é necessário que $0,76 P''_1 > Q$

$$0,76 \times 90:210 = 68:560 > 23:378$$

Pressão média $\frac{P''_1}{3 \times c \times H} = \frac{90:210}{3 \times 1000} = 3 \text{ kg por centímetros quadrados}$

Pressão máxima $\frac{P''_1}{s} \left(\frac{4}{3} \times \frac{1}{1 - \frac{2HI}{\delta}} \right) = \frac{90:210}{39:000} \left(\frac{4}{3} \times \frac{1}{1 - \frac{2 \times 0,95}{3,90}} \right) \Leftrightarrow$

$$\frac{90:210}{39:000} \left(\frac{4}{3} \times \frac{1}{1 - \frac{1,90}{3,90}} \right) = \frac{90:210}{39:000} \left(\frac{4}{3} \times \frac{3,90}{2,00} \right) \Leftrightarrow$$

$$\frac{90:210}{39:000} \times \frac{15,60}{6,00} = 2,31 \times 2,60 = 6 \text{ kg/cm}^2$$

Momento do impulso

$$Pr \times \frac{h}{3} = 23:378 \times 3,5 = 81:823$$

Momento do peso total

$$P''_1 \times C_n = 90:210 \times 1,90 = 171:399$$

Momento da resistência ao arranco da alvenaria na secção da base $t \times b \times \frac{b}{2} =$
 $\frac{10:000 \times 3,90^2}{2} = 76:050 \text{ kg}$, sendo b a base $t = 10:000 \text{ kg}$ a resistência ao arranco
 por metro quadrado.

Momento da resistência devido ao atrito das terras contra paramento interior do muro

$$\begin{aligned} \tan \varphi \times u(G \cos \varphi + P' \sin \varphi) &= \tan \varphi \times b \cos \varphi (G \cos \varphi + P' \sin \varphi) \\ &= 0,666 \times 3,90 \times 0,982 (23:378 \times 0,982 + 18:900 \times 0,191) = 2,55 \times 36:567,096 \\ &= 93:246 \end{aligned}$$

Condições de estabilidade

$$\frac{P'_1 Cn + \frac{tb^2}{2} + \tan \varphi \cos \varphi (G \cos \varphi + P' \sin \varphi)}{G \times \frac{h}{3}} = \frac{340:695}{81:823} = 4,16$$

Pressão sobre o solo das fundações

Peso dos alicerces $P''' = 16:125 \text{ kg}$

$$P^{IV} = P''_1 + P''' = 90:210 + 16:125 = 106:335$$

$$\frac{P^{IV}}{ng} = \frac{106:335}{43:000} = 2,47 \text{ kg, pressão por centímetro quadrado}$$

Coefficiente de estabilidade desprezando o atrito e a resistência das alvenarias ao arranco

$$\frac{P'' \times Cn}{G \times \frac{h}{3}} = \frac{171:399}{81:823} = 2,09$$

Verificação da estabilidade das abóbadas e encontros

Verificamos a estabilidade das Abóbadas pelo método graphico de Mery. A este respeito dizemos apenas que achamos para coefficiente de estabilidade e de 1,60 a que na pressão máxima sobre a superfície das fundações é de 7,86 kg como se vê no quadro que acompanha respectivo desenho.

Pilares

O peso das duas semi-Abóbadas adjacentes é igual a 143:100 kg e o peso próprio do pilar é de 24:950 kg, sendo portanto o peso total igual a 168:050 kg. A largura sobre a sapata é de 2,30, põe consequência a pressão sobre os alicerces é igual a $\frac{168:050}{23:000} = 7,31kg$ po centimero quadrado.

Pressão sobre o solo das fundações

Peso total sobre o terreno natural e igual a $168:050kg + 10:125kg = 178:175kg$ por metro corrente, sendo 10:1250 kg o peso dos alicerces por metro.

A pressão por centímetro quadrado será igual a:

$$\frac{178:175 \text{ kg}}{27:000} = 6,58kg, \text{ sendo } 2,70 \text{ a largura dos alicerces}$$

Em vista dos resultados obtidos parece-nos boa”.

6.6. Ponte Velha de Mirandela

6.6.1. Recuperações e Intervenções

A Ponte Velha, também conhecida por Ponte Medieval de Mirandela, situa-se sobre o rio Tua, junto a Mirandela, constituindo durante centenas de anos a única via de atravessamento do rio para os mirandelenses, e sendo a principal ligação do distrito de Bragança com os de Vila Real e o do Porto (ver Figura 6-23).



Figura 6-23: Ponte Medieval de Mirandela (Fotos do autor, outubro de 2011).

A Ponte terá sido construída no século XVI, tendo sofrido diversas intervenções ao longo dos séculos. Há mesmo notícia de, no mesmo local, ter existido uma outra ponte, edificada em princípios no século XV.

Para melhor apreciação acha-se de interesse a transcrição de algumas citações do relatório do estudo do MOP – Junta Autónoma de Estradas, JAE, aquando da reabilitação de 1972, que será aprofundada mais à frente. A primeira citação refere-se a um excerto do livro “Mirandela apontamentos históricos” do reverendo padre Ernesto Augusto Pereira da Silva. “Até ao ano de 1866 teve esta ponte viste arcos bem visíveis conquanto um deles, do lado da vila, estivesse quase todo subterrado”. A segunda citação é do Excelentíssimo senhor Pinho Leal no “Portugal antigo e Moderno, Mirandela” ao falar desta ponte diz numa nota: “O que é certo é que a ponte foi construída sobre 22 arcos, mas alguns estão cobertos de areia (os das extremidades), é daqui que provém a diferença no modo de contar”.

No entanto ao longo do tempo dos anos ocorreram muitas modificações na ponte por força de várias reparações e reconstrução. De todas estas alterações realça-se a que ocorreu no dia 23 de dezembro 1909 e a intervenção feita pela Junta Autónoma das Estradas, JAE, em 1972. A alteração ocorrida em 1909 deveu-se às prolongadas chuvas caídas nesse mês de dezembro, em que o Tua engrandeceu extraordinariamente. Como os 19 olhais da ponte não dessem vazão ao enorme volume de águas que gradualmente ia crescendo, a água começou a repassar na ponte, inundou a parte baixa da vila, tendo sido derrubados quatro arcos, o 4º, 5º, 6º e 7º a contar da margem direita. Esta invernada destruiu também a ponte de Abreiro e abalou bastante a moderna ponte de Vilarinho das Azenhas.

A reconstrução dos arcos e mais reparações da restante ponte foi adjudicada a Manuel Domingues, pelo preço de 7 400\$000 reis, tal como referenciado no “Diário de Noticias” de 19 de fevereiro de 1914. Os trabalhos iniciaram-se em abril desse mesmo ano, construindo-se, em substituição dos quatro a arcos, somente dois de maior abertura, ficando assim a ponte com os dezassete arcos atualmente visíveis (ver Figura 6-23).

A intervenção feita pela JAE, em 1972, visou essencialmente trabalhos de conservação e de reabilitação. Esta intervenção teve a preocupação de respeitar e beneficiar a traça desta obra de arte, que está, desde 1910 por decreto desse mesmo ano, classificada como Monumento Nacional.

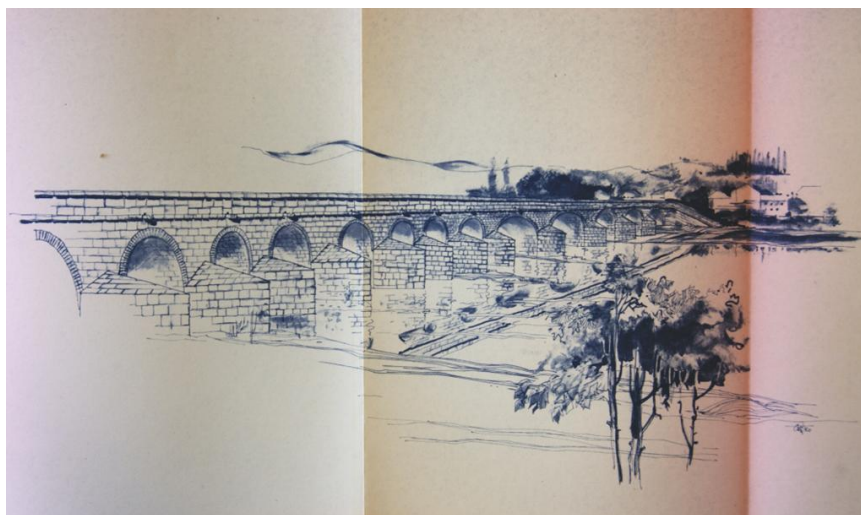


Figura 6-24: Desenho da ponte de Mirandela (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).

Seguidamente transcrevem-se os vários trabalhos a executar definidos no relatório do MOP – JAE de 1972, direção dos serviços de pontes.

“Os trabalhos de natureza arquitetónicos foram os seguintes:

a) Aplicação de lajeado em todo o pavimento, constituído por peças paralelepípedicas de granito, a assentar sobre uma base de betão armado. Lateralmente, a todo o comprimento da obra de arte, executar-se-ão duas caleiras para esgoto de águas pluviais, intersectadas goteiras. Estas goteiras serão localizadas e de pormenor respeitando a época. Ao centro do lajeado correrá encoberto por este, uma caldeira trapezoidal, de fácil acesso, para a colocação da tubagem adutora de águas e de quaisquer outras canalizações que se julgue por conveniente aplicar.

b) Construção de muretes de guardas corridas em cantaria de granito (em substituição da actual em ferro aplicada em 1875), com a face exterior na prumada dos muros de tímpano.

O paramento será intersectado como em vários pontos da época, por um friso saliente ao nível do pavimento da ponte.

A pedra de peito, formado o capeamento da guarda, balançará alguns centímetros, quer do lado exterior quer do lado interior.

Este balanço interior permitirá o encobrimento duma ranhura destinada às ligações eléctricas do sistema de iluminação a que adiante se fará referência.

c) Execução de acrotérios à época, em ambas as entradas da ponte. Na margem esquerda, isto é do lado de Mirandela, o arranque da ponte será apenas alterado quanto à desligação da vedação de ferro existente ao longo da margem.

Do lado de Golfeiras, a ponte desembocará segundo muretes de acesso de directerizes curvilínea seguindo muito aproximadamente o traçado actualmente existente.

d) Quanto ao intradorso dos arcos e paramento exterior dos muros de tímpano, procurar-se-á manter todo a todo o custo, a sua expressão actual, voltando a colocar-se na mesma posição, aquelas pedras que os trabalhos de consolidação aconselhem à remoção”.

Referente aos trabalhos de natureza estrutural pode ler-se no estudo – “O estado da obra de arte permite admitir a razão de ser do seu actual estado, a quatro causas fundamentais:

- a) Assentamento de fundações pela eventual existência de infraescavações ou em consequência de deslizamento de blocos de apoio aos maciços;*
- b) Deformação das abóbadas e tímpanos provocadas por assentamentos diferenciais da infraestrutura;*
- c) Acção erosiva do tempo, possibilitando o alargamento das juntas de cantaria com progressiva deterioração desta;*
- d) Sobrecargas dinâmicas de elevada intensidade”.*

A ponte passou a reservada apenas à travessia de peões, eliminando assim a causa manifestada na alínea d). *“Restará a execução de trabalhos que permitam a supressão ou considerável atenuação das outras três. Para tal, decidiu-se optar pelo seguinte processo:*

- 1º Reconhecimento, através de sondagens com sonda rotativa, do estado das alvenarias e da estrutura geológica na zona de interesse das fundações.*
- 2º Em função do reconhecimento feito, execução de trabalhos de consolidação em profundidade, quer das alvenarias quer do próprio substracto, por meio de injeções de características a definir em face do estudo consequente do reconhecimento.*
- 3º Após a devida consolidação das alvenarias dos macissos de fundação e eventualmente do próprio “bedrock”, remoção do enchimento dos cofres, apeamento e recolocação das cantarias dos muros de tímpano e abóbadas mais deformadas, com refechamento, pelo interior, das juntas. Aplicação nestas de varões de amarração para solidarização à estrutura de betão armado.*
- 4º Execução duma estrutura de reforço de betão armado, constituída por arcos e lajes verticais longitudinais e transversais, capaz de por si só garantir a absorção dos esforços verticais e horizontais das cargas permanentes e sobrecargas.*
- 5º Execução dos trabalhos de acabamento no pavimento e guardas, com aplicação de cantaria de granito na estereotomia concebida.*
- 6º Instalação do sistema de iluminação da ponte.”*

Como trabalhos de iluminação tivemos a aplicação de “projectores em caixas especialmente abertas nos próprios muretes das guardas. Ranhuras igualmente ali previstas, ocultando os fios condutores”.

Na Figura 6-25, observa-se a localização das sondagens, em Alçado e Planta, elaboradas no relatório anteriormente citado, para obtenção de informações

relevantes quanto às alvenarias e à estrutura geológica na zona de interesse das fundações.

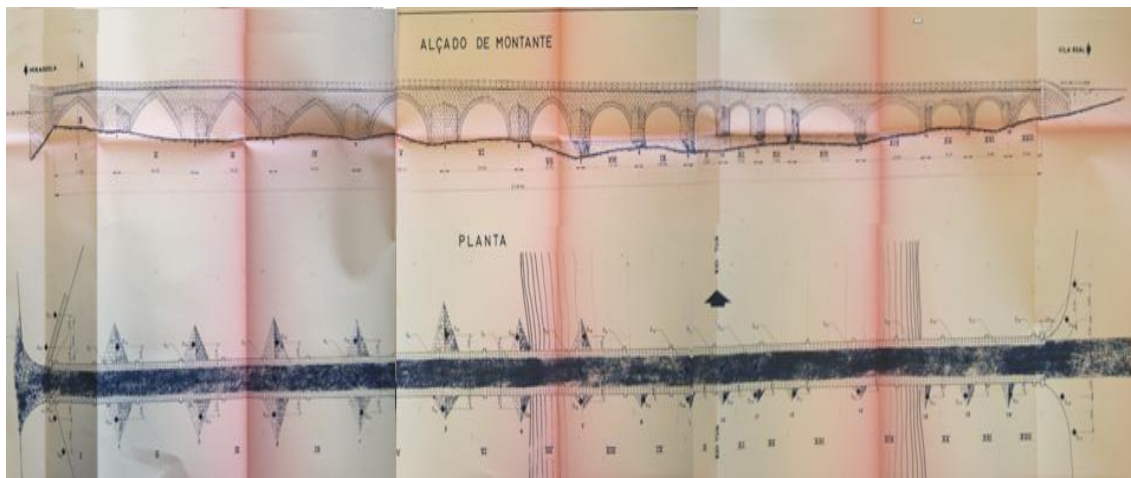


Figura 6-25: Alçado e Planta da localização das sondagens elaboradas (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).

Na Figura 6-26 está representado um corte transversal, onde se observa as guardas em metal e a medida correspondente à largura dos passeios e da própria ponte.

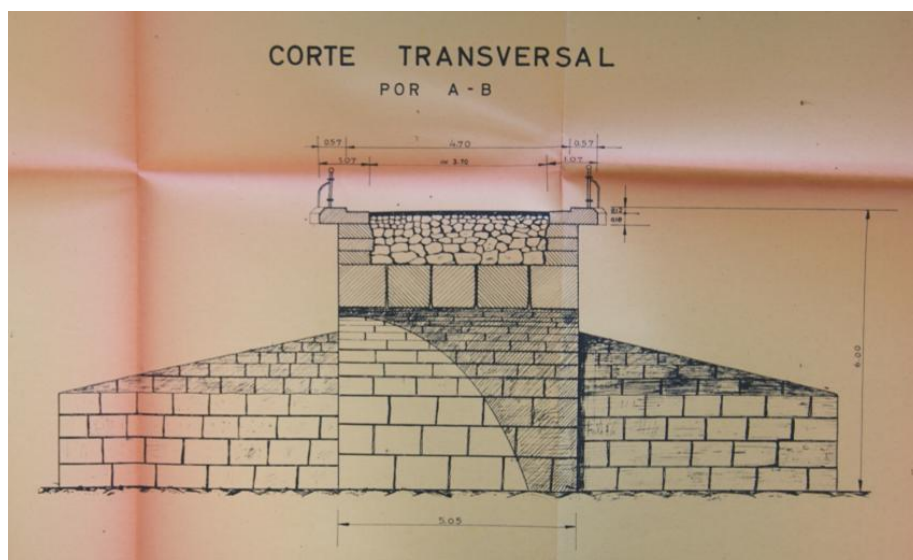


Figura 6-26: Corte transversal da ponte (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).

Na Figura 6-27 visualizam-se vários pormenores da estrutura de reforço de betão armado, que inclui um caixão capaz de por si só garantir a absorção dos esforços verticais e horizontais das cargas permanentes e sobrecargas. Esta obra afigura-se de difícil justificação face à redução de ações observada com a alteração de uso da ponte e não cumpre os requisitos atuais de intervenção no património construído com valor cultural.

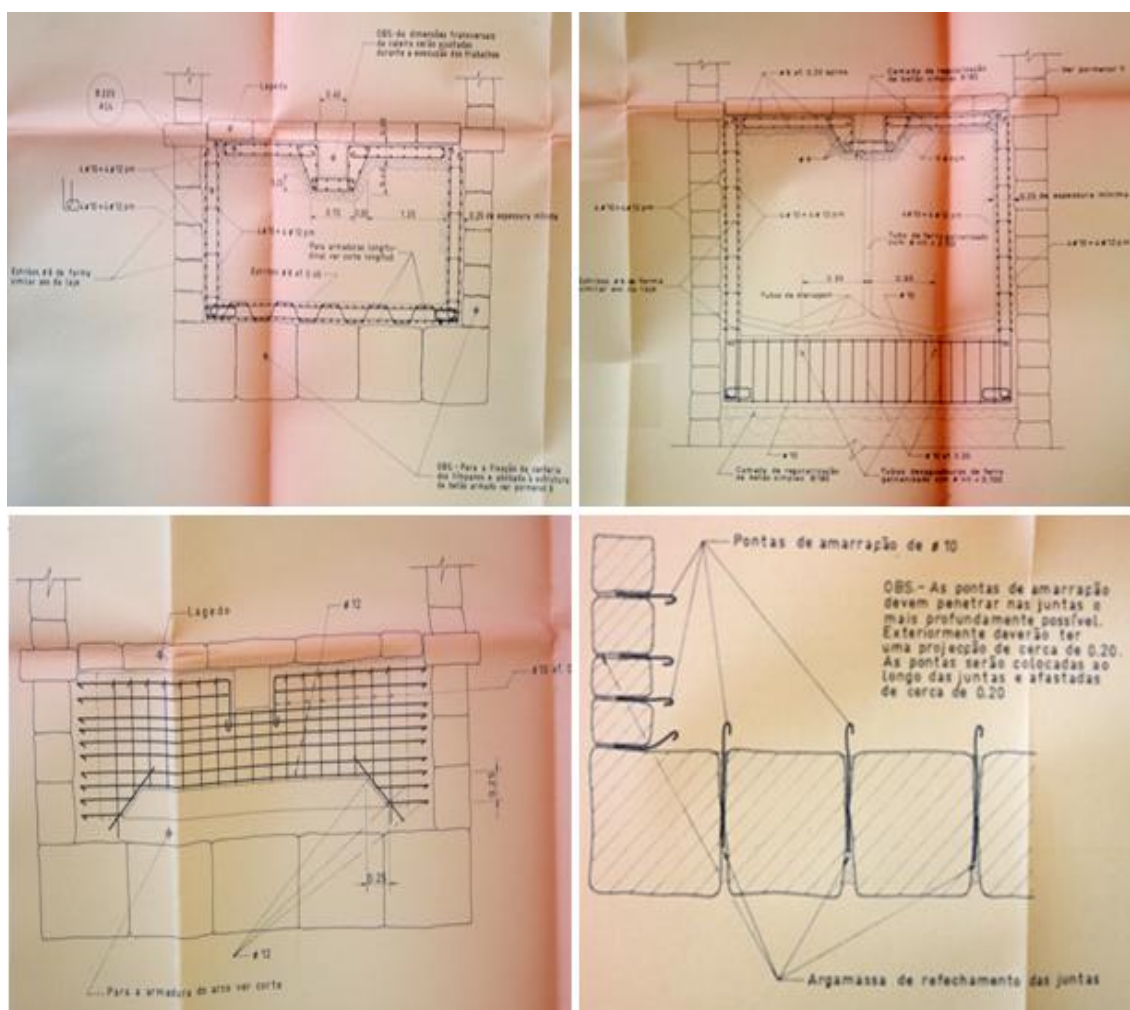


Figura 6-27: Pormenores (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).

A Figura 6-28 representa uma perspetiva das goteiras usadas e dos pormenores adotados.

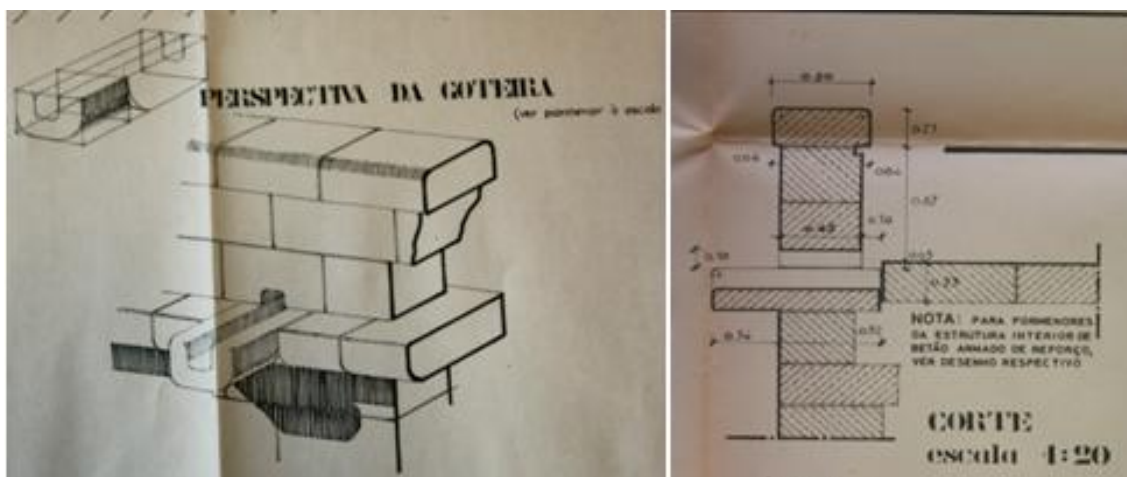


Figura 6-28: Perspetiva da goteira, à esquerda, corte da goteira, à direita (Fonte: Relatório do MOP – JAE, 1972).

A Ponte apresenta, nos dias de hoje, 238,5 metros de comprimento, assente em dezassete arcos. O tabuleiro é plano, inicialmente lajeado, encontrando-se hoje alcatroado, e serve presentemente apenas para uso pedonal, constituindo também um dos símbolos da cidade de Mirandela (Guia da Cidade de Mirandela [[Web 45](#)]).



Figura 6-29: Passeio (à esquerda) e tabuleiro (à direita) da ponte de Mirandela (Fotos do autor, outubro de 2011).

7. CONCLUSÕES

A recolha de informação técnica relativa à história da construção é importante porque apenas o conhecimento permite a compreensão e valorização adequado do passado. As características das antigas infraestruturas são peculiares e únicas, estando adaptadas à época de construção, aos materiais existentes no local e aos conhecimentos desse tempo. A recolha desta informação deve ser feita mais abrangente e diversificada possível. Sem esta informação, corre-se o risco das intervenções e caracterizações não sejam precisas e coerentes. O presente trabalho foca na linha de caminho-de-ferro do Tua e nas pontes do vale do Tua, atendendo à atividade em curso de construção da barragem do Tua, que conduzirá à submersão de parte da linha e permitirá maior valorização turística da envolvente.

Atualmente a conjuntura económica leva-nos a repensar todo o património construído, não sendo o ferroviário exceção assim sendo, torna-se imperioso o seu reaproveitamento, desde as vias-férreas a todas as infraestruturas de apoio. Existem várias opções para a sua valorização e reutilização, a valorização turística é um bom exemplo disso mesmo, onde existe aproveitamento da envolvente para roteiros turísticos, oferecendo aos passageiros uma viagem pelo património gastronómico e cultural da região.

A reutilização dos apeadeiros e armazéns para outras funcionalidades representa um reaproveitamento do património construído, salvando-o da degradação e deterioração da identidade. A conversão das vias-férreas em Ecopistas é outra opção atualmente considerada, pois as sociedades registam um acréscimo na procura de espaços para a prática de desportos ao ar livre para melhor bem-estar físico e psicológico.

No decorrer deste trabalho foram consideráveis as dificuldades, pois a construção do troço Foz Tua – Mirandela, da linha do Tua, remonta a mais de 120 anos, com perda de informação e difícil acesso à informação existente. Este trabalho resulta de diversas deslocações a várias instituições para recolha

de informação, o que exigiu um dispêndio de tempo elevado. A mesma dificuldade foi sentida também para o caso das pontes rodoviárias que remontam a um período semelhante.

Outra das dificuldades sentidas foi a leitura dos documentos antigos, pois muitos deles eram manuscritos. Adicionalmente, o registo fotográfico apresentado também se revestiu de alguma complexidade dada a dificuldades de acesso, principalmente na captação de pormenores importantes, como fundações dos encontros, etc. Todas as pontes/viadutos referentes a linha do Tua no troço Foz Tua – Mirandela, com a exceção da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas, que é em alvenaria, são estruturas metálicas com encontros em cantaria. A que tem o menor vão é a ponte Meireles ou Cachão, e o viaduto de maior vão é o das Prezas. Todas as pontes/viadutos, metálicos, foram dimensionados pelo mesmo método simplificado com recurso apenas à consideração de um modelo de viga simplesmente apoiado, sendo este muito diferente dos métodos atualmente adotados. No caso da ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas, o seu dimensionamento foi elaborado através de um conhecimento empírico, adquirido com a massificação da construção destas estruturas e baseado em princípios mecânicos simplificados.

No caso das pontes rodoviárias do vale, podemos dizer que a tipologia é bastante mais diversificada do que no caso rodoviário devido aos diferentes períodos de construção, incluindo construções medievais (em alvenaria), até construções em betão pré-esforçado, passando por construções de betão armado. De referir que existem duas pontes Amieiro e a ponte antiga de Vieiro ou “ponte do Diabo” que foram derrubadas por fortes cheias do rio Tua (1909 e 2002, respetivamente), e que a informação sobre estas é praticamente nula. Salienta-se ainda a Ponte rodoviária do Tua, com um arco de grandes dimensões construído em betão simples.

Com a construção da Barragem do Tua apenas uma ponte (ferroviária e metálica) ficará submersa, sendo que haveria interesse em utilizá-la para ensaios destrutivos que permitam conhecer melhor este tipo património. Com a construção da barragem na foz do Rio Tua e consequente aumento da procura do turismo fluvial a montante da mesma, a Linha Ferroviária do Tua poderá

tornar-se num local privilegiado para o turismo ferroviário e fluvial, podendo ser o motor do desenvolvimento desta zona, abrindo novas portas económicas e sociais para a região. Por tal motivo, o vale do Tua deverá ser olhado como local interessante a valorizar pelo turismo português.

8. BIBLIOGRAFIA

Alegria, Maria Fernanda - “A distribuição dos transportes em Portugal (1850-1910): as vias e o tráfego” - Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 1990.

Basto, C, Segunda Parte – 1870-1910, Capítulo I – Comunicações Ferroviárias e Marítimas. In associação comercial do Porto – Resumo histórico da sua atividade desde a fundação, página 129 a 131, Porto.

Benvenuto, E. 1981. La scienza delle costruzioni nel suo sviluppo storico (Structural mechanics in its historical evolution, in Italian). Florence, Italy: Sansoni.

Breymann, G.A. 1926, Trattato di costruzioni civili (Civil Constructions Treatise, in Italian), 4th Italian edition, Milano, Italy: Vallardi.

Bugairin M. R. e Babo A. P. - A rede ferroviária interior na euro-região Galiza-Norte de Portugal, ed., 2007.

Campanella, G. 1928, Trattato generale teorico pratico dell'arte dell'ingegnere civile, industriale ed architetto: ponti in muratura (General Theoretical-Practical Treatise of the Civil, Industrial and Architectural Engineering Art: Masonry Bridges, in Italian), Milano, Italy: Vallardi.

Coelho, E. - O caminho-de-ferro de Foz-Tua a Mirandella - Diário de Notícias, 27/09/1887, página 1, Visconde de S. Marçal, Lisboa.

Correia, A. M., 1981 - Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira, Volume XXXII, 925pp, Editorial Enciclopédia Limitada, Lisboa.

Corradi, M. 1998. Empirical methods for the construction of masonry arch bridges in the 19th century, Arch Bridges: history, analysis, assessment maintenance and repair, 2nd International Conference on Arch Bridges (October 6–9, Venice, Italy), Rotterdam, The Netherlands: Brookfield.

Curioni, G. 1865–1884, L'arte di fabbricare (The Building Art, in Italian). Torino, Italy: Negro.

Dupuit, J. 1870. *Traité de l'équilibre des voûtes et de la constructions des ponts en maçonnerie*. Paris, France: Dunod.

Gauthey, E.C.M. 1809 *Traite ´ de la construction des ponts*. Paris, France: Didot.

Lewis, M. J. T. – Railways in the Greek and Roman world. In GUY, A.; REES, J. eds. – *Early railways: a selection of papers from the First International Early Railways Conference* [Em linha]. Londres: Newcomen Society, 2001. [Consult. 13 Maio 2009]. p. 8-19.

Mery E. 1890. *Sur l'equilibre des voutes en berceau*. Annales des Ponts et Chaussees, 1er semestre.

Silva, A.S.R. - *Turismo no IS CET – Instituto Superior de Ciências Empresariais e do Turismo*, 2009.

Silva, C. e Silva, S. - *Memórias do Comboio de Guimarães – A história, o Património e a Linha*, 2004 - Publicação on-line d' O Comboio em Portugal (www.ocomboio.net).

Rodrigues, V.A.F.B. - *Contribuição para a Interpretação da Paisagem a Partir da Linha do Tua*, relatório do trabalho de fim de curso de Arquitetura Paisagista na Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, 2006.

Perronet, J.R. 1788. *Construire des ponts au XVIIIe siecle*. Paris, France: Ecole Royal des Ponts et Chaussees.

Rondelet, J.B. and de, 1832. *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*

(Theoretical and Pratical Treatise of the Building Art, in Italian), 1st Italian edition, Mantova, Italy:

9. WEBGRAFIA

[Web 1]

http://pt.wikipedia.org/wiki/Transporte_ferrov%C3%A1rio – acesso a 27/04/2011

[Web 2] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Trem> – acesso a 27/04/2011

[Web 3] <http://www.turismo.estilors.com.br> – acesso a 04/05/2011

[Web 4] <http://www.irtsociety.com> – acesso a 04/05/2011

[Web 5] <http://www.orient-express.com> - acesso a 04/05/2011

[Web 6] <http://www.royalcanadianpacific.com> – acesso a 05/05/2011

[Web 7] www.greatsouthernrail.com.au – acesso a 05/05/2011

[Web 8] www.bluetrain.co.za – acesso a 05/05/2011

[Web 9] <http://www.linhastravessas.com/home.htm> – acesso a 08/06/2011

[Web 10]

<http://www.transportes-xxi.net/fotografia/foto/8047> – acesso a 20/06/2011

[Web 11] <http://hoffice.wordpress.com> – acesso a 03/07/2011

[Web 12] <http://restosdecolecao.blogspot.com> – acesso a 03/07/2011

[Web 13] www.mdb.pt – acesso a 03/07/2011

[Web 14] <http://www.cm-braganca.pt> – acesso a 03/07/2011

[Web 15] <http://www.origens.pt/> – acesso a 14/07/2011

[Web 16] <http://odardomeu.blogspot.com/> – acesso a 14/07/2011

[Web 17] <http://www.panoramio.com/photo/11856173> – acesso a 14/07/2011

[Web 18] <http://www.theindianmaharaja.com> – acesso a 29/07/2011

[Web 19] www.cm-fronteira.pt - acesso a 29/07/2011

[Web 20] <http://www.oesteonline.pt/> - acesso a 09/08/2011

[Web 21] <http://www.caisdaestacao.com> - acesso a 09/08/2011

[Web 22] <http://www.castasepratos.com/> - acesso a 09/08/2011

[Web 23] <http://www.caisdavilla.com/> - acesso a 09/08/2011

[Web 24]

<http://www.youtube.com/watch?v=uQ4tJDentr0&noredirect=1> - acesso a 11/08/2011

[Web 25] <http://www.ccdr-alg.pt/informal/n6/07.html> - acesso a 12/08/2011

[Web 26] <http://www.turismodeportugal.pt/> - acesso a 13/08/2011

[Web 27] <http://www.refer.pt/> - acesso a 17/08/2011

[Web 28]

<http://www.slideshare.net/Cicloria/13-refer-lus-silvestre> - acesso a 18/08/2011

[Web 29] <http://www.ciclovia.com.pt> - acesso a 19/08/2011

[Web 30] <http://clementemenes.blogspot.com/> - acesso a 19/08/2011

[Web 31] <http://www.cm-mirandela.pt> - acesso a 19/08/2011

[Web 32] http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha_do_Tua - acesso a 29/08/2011

[Web 33] <http://cantinhodojorge.blogspot.com> - acesso a 29/08/2011

[Web 34] <http://alinhaetua.blogspot.com/> - acesso a 29/08/2011

[Web 35]

<http://ferradodecabroes.blogspot.com/2008/09/morte-no-tua.htm> - acesso a 29/08/2011

[Web 36] <http://www.linhadotua.net> - acesso a 29/08/2011

[Web 37]

http://www.dn.pt/inicio/interior.aspx?content_id=65501 - acesso a 30/08/2011

[Web 38]

http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?wp=GC1VZD5 - acesso a 30/08/2011

[Web 39] <http://cinema.sapo.pt/filme/pare-escute-olhe> - acesso a 30/08/2011

[Web 40]

<http://www.ionline.pt/conteudo/121936-cinema-premiado-em-italia-documentario-pare-escute-olhe-jorge-pelicano> - acesso a 03/09/2011

[Web 41]

<http://valefumaca.blogspot.com/2008/09/estao-de-mirandela-linha-do-tua.html> - acesso a 03/09/2011

[Web 42] www.edp.pt - acesso a 03/09/2011

[Web 43] <http://www.cm-alijo.pt> - acesso a 03/09/2011

[Web 44]

<http://www.gwrarchive.org/site/sitel2pg/Portugal/ng/tua/tua.php> - acesso a 06/09/2011

[Web 45] <http://gaia.org.pt/node/15693> - acesso a 07/09/2011

[Web 46]

<http://ultimosinaldepartida.blogspot.com/2010/10/linha-do-tua-entre-o-abismo-e-virtude.html> - acesso a 03/09/2011

[Web 47] <http://www.panoramio.com/user/419398> - acesso a 03/09/2011

[Web 48] <http://www.peri.pt> – acesso a 05/11/2011

[Web 49]

<http://www.espigueiro.pt/noticias/54ebdfbbfe6c31c39aaba9a1ee83860a.html>
acesso a 09/09/2011

[Web 50]

<http://monumentosdesaparecidos.blogspot.com/2009/10/ponte-de-abreiro.html>
acesso a 09/09/2011

[Web 51] <http://www.royalscotsman.com> – acesso a 05/05/2011

[Web 52] <http://www.nsb.no/BergenRailway> – acesso a 05/05/2011

[Web 53] <http://www.flaamsbana.no> – acesso a 05/05/2011

[Web 54] <http://www.saranjan.com/> – acesso a 05/05/2011

[Web 55] <http://www.mdb.pt> – acesso a 10/5/2011

[Web 56] <http://www.rockymountaineer.com/en/> – acesso a 10/5/2011

[Web 57] <http://www.perurail.com> – acesso a 10/5/2011

[Web 58] <http://www.rirtl.com> – acesso a 16/5/2011

[Web 59] <http://www.theindianmaharaja.com> – acesso a 16/5/2011

[Web 60] www.queenslandrail.com.au – acesso a 16/5/2011

[Web 61] <http://www.rovos.com/> - acesso a 23/09/2011

[Web 62] <http://boasnoticias.pt> - acesso a 09/09/2011

[Web 63] <http://viseumais.com> - acesso a 02/09/2011

[Web 64]

<http://www.cm-montemornovo.pt/pt/Montemor.htm> - acesso a 05/09/2011

ANEXOS

Anexo A - Valorização Turística da Ferrovia: exemplos

Na Europa

British Pullman - Esta é considerada a viagem clássica de comboio, proporcionando aos turistas o que há de melhor na Grã-Bretanha, de entre paisagens, património construído, gastronomia e serviço. As carruagens possuem acabamento de luxo. Existem diversas possibilidades disponíveis: viagens de um dia ou fim-de-semana, ocasiões especiais, encontros de família ou eventos corporativos (ver Figura 0-1) [\[Web 5\]](#).



Figura 0-1: British Pullman (Fonte: [\[Web 5\]](#)).

Royal Scotsman (ver Figura 0-3) - Repleto de histórias, este comboio escocês oferece um serviço intimista, visto que comporta apenas 36 passageiros, com refeições típicas de gourmet e tratamento cinco estrelas. A maioria das suas carruagens é de 1960, em madeira envernizada, tecidos de luxo e repletas de acessórios. Ao longo da viagem, os convidados desembarcam para conhecer personalidades locais, conversar com especialistas sobre pesca do salmão ou uísque, e participar em atividades de diversão (ver Figura 0-2) [\[Web 51\]](#).



Figura 0-2: Royal Scotsman (Fonte: [\[Web 51\]](#)).



Figura 0-3: Mapa referente ao trajeto Royal Scotsman (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

Golden Eagle Trans-Siberian Express (ver Figura 0-5) – Viagem com a duração de quinze dias, abrangendo dois continentes e sete fusos horários, tornando-a épica. Viajar no comboio mais famoso do mundo, a bordo do Golden Eagle Trans-Siberian Express é um sonho de qualquer amante destas viagens. Outro destaque vai para o piquenique na praia, e para a arquitetura de madeira siberiana. Não há melhor maneira de ver a vastidão da Sibéria-Vladivostok (ver Figura 0-4) [\[Web 4\]](#).



Figura 0-4: Northern Belle (Fonte: [\[Web 4\]](#)).



Figura 0-5: Mapa referente ao trajeto Golden Eagle Trans-Siberian Express (Fonte: [Web 4](#)).

Danube Express - Com uma série de destinos interessantes e emocionantes a serem explorados na Europa, o Danube Express combina o luxo moderno com serviços tradicionais de alto nível. O comboio é composto por uma locomotiva elétrica seguida por oito carruagens (ver Figura 0-6), todas mantendo um padrão elevado de conforto: para dormir, são três carruagens de luxo e duas tradicionais, além de um restaurante, um espaço para lazer e um espaço para os funcionários [Web 4].



Figura 0-6: Danube Express (Fonte: [Web 4](#)).



Figura 0-7: Mapa referente ao trajeto Danube Express (Fonte: [Web 4]).

Bergen Railway - Os 100 anos deste comboio proporciona aos seus hóspedes uma espetacular aventura junto a uma das maiores ferrovias da Europa. A paisagem disponível ao longo das sete horas de viagem inclui as montanhas aos desertos e áreas selvagens. A viagem de 482,80 quilómetros capta a beleza natural da Noruega, com suas colinas e montanhas. Apesar de o serviço a bordo não ser dos mais luxuosos, a vista externa é das mais belas (ver Figura 0-8) [\[Web 52\]](#).



Figura 0-8: Bergen Railway (Fonte: [Web 52]).

Flam Railway - Oferece uma das mais espetaculares viagens turísticas pela Noruega. Em vinte quilómetros o comboio percorre túneis construídos dentro das montanhas e transforma-se num dos mais íngremes caminhos-de-ferro do

mundo. Toda a frota foi submetida recentemente a manutenção e renovação, para garantir que o turista possa desfrutar da paisagem com muito conforto (ver Figura 0-9) [\[Web 53\]](#).



Figura 0-9: Flam Railway (Fonte: [\[Web 53\]](#)).

El Transcantábrico (ver Figura 0-11) - Há mais de 25 anos esta linha de comboio proporciona uma oportunidade de explorar a cultura do norte da Espanha com conforto e estilo. Com capacidade até 50 passageiros, o comboio, que passou por uma operação recente de restauro, possui seis carruagens para descanso, cada um com quatro compartimentos duplos. As refeições são feitas na sua maioria em restaurantes locais previamente selecionados, a fim de que os visitantes possam explorar cada destino. Ao todo são oito dias viajando e admirando as paisagens espanholas (ver Figura 0-10) [\[Web 54\]](#).



Figura 0-10: El Transcantábrico (Fonte: [\[Web 54\]](#)).



Figura 0-11: Mapa referente ao trajeto El Transcantábrico (Fonte: [Web 4](#)).

Glacier Express - Viajando entre os populares resorts dos Alpes, Zermatt e St. Moritz, este comboio percorre 270 quilómetros, passa por 291 pontes e 91 túneis na sua peregrinação de oito horas. As perspetiva panorâmicas são motivo suficiente para a baixa velocidade atingida pelo comboio, enquanto o conforto de suas carruagens e os serviços disponibilizados fazem desta viagem extremamente agradável. Podemos afirmar que estas linhas levam-nos até as nuvens, através de uma paisagem alpina intocada, entre a montanha, riachos e altas paredes de rocha (ver Figura 0-12) [\[Web 55\]](#).



Figura 0-12: Glacier Express (Fonte: [Web 55](#)).

Bernina Express - Trilhando o ponto mais alto da travessia ferroviária dos Alpes, o Bernina Express oferece uma vista espetacular dos glaciares, montanhas e vales. A viagem de 61 quilómetros também tem outros momentos emocionantes, como subir ao cume Bernina. Durante a viagem não há disponibilidade para jantar a bordo. A paisagem notável ao longo do percurso, bem como a própria natureza histórica do comboio, levou a sua inclusão na lista de Património Mundial da UNESCO (ver Figura 0-13) [\[Web 55\]](#).



Figura 0-13: Bernina Express (Fonte: [\[Web 55\]](#)).

Na América

Rocky Mountaineer (ver Figura 0-15) - Com mais de 70 pacotes disponíveis para férias, o Rocky Mountaineer é uma ótima maneira de explorar as províncias canadianas de Colômbia Britânica e Alberta, além das famosas Montanhas Rochosas. Projetado para que o passageiro não perca um único detalhe das belas paisagens, possui opções para viagens de um ou dois dias (ver Figura 0-13).



Figura 0-14: Rocky Mountaineer (Fonte: [\[Web 56\]](#)).



Figura 0-15: Mapa referente ao trajeto Rocky Mountaineer (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

Andean Explorer – Entre as espetaculares montanhas e planícies Andinas e o rio Huatanay, esta linha de comboio liga o Lago Titicaca (Puno) e Cusco, principais destinos turísticos do Peru. Esta viagem de dez horas em elevada altitude é feita a bordo de carruagens decoradas no estilo das famosas carruagens Pullman da década de 1920 (ver Figura 0-16) [\[Web 57\]](#).



Figura 0-16: Andean Explore (Fonte: [\[Web 57\]](#)).

Hiram Bingham (ver Figura 0-18) - Esse comboio de luxo, batizado em homenagem ao explorador que descobriu as ruínas da cidade Inca em 1911, percorre a área entre Cusco e Machu Picchu, no Peru. Os passageiros podem desfrutar das especialidades gastronômicas peruanas. Além do mais, após explorar as ruínas de Machu Picchu, é possível desfrutar de música ao vivo e da possibilidade de uma noite de sono com muito conforto (ver Figura 0-17) [\[Web 5\]](#).



Figura 0-17: Hiram Bingham (Fonte: [\[Web 5\]](#)).



Figura 0-18: Mapa referente ao trajeto Hiram Bingham (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

Canadian (ver Figura 0-20) - a viagem faz-se entre Toronto e Vancouver três vezes por semana, percorrendo 2.775 milhas. O principal destaque vai para o acesso às carruagens grande cúpula (ver Figura 0-19) [\[Web 4\]](#).



Figura 0-19: Canadian (Fonte: [\[Web 4\]](#)).



Figura 0-20: Mapa referente ao trajeto Canadian (Fonte: [Web 4](#)).

Na Ásia

Maharajas' Express (ver Figura 0-22) - Considerado o mais luxuoso comboio da Índia, oferece aos passageiros camarotes confortáveis e privados. Os ambientes possuem uma decoração com traços clássicos e são plenamente equipados. Quatro roteiros, com paragens planeadas estrategicamente, permitem a visita guiada a templos, a cidades e outras atrações culturais (ver Figura 0-21) [Web 58](#)].



Figura 0-21: Maharajas' Express (Fonte: [Web 58](#))).

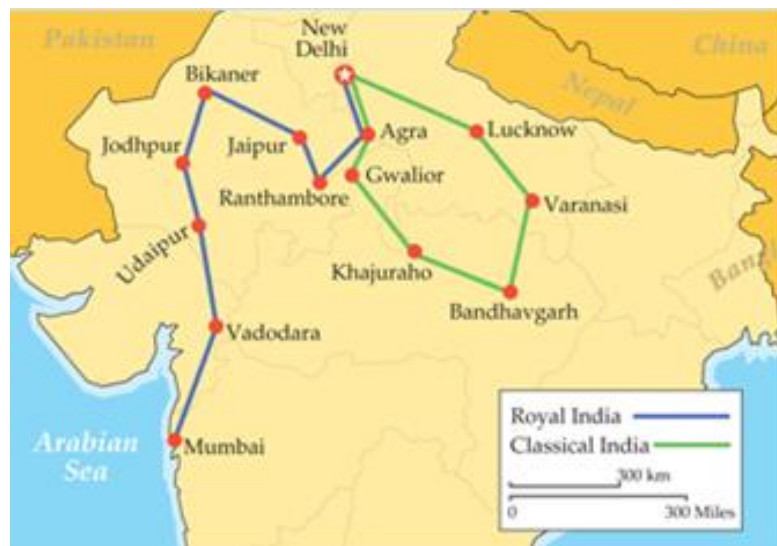


Figura 0-22: Mapa referente ao trajeto Maharajas' Express (Fonte: [Web 4](#)).

Deccan Odyssey-Indian Maharaja - Viagem de uma semana num comboio equipado com tudo que há de mais moderno, com 21 carruagens e que cobre a vasta área de Maharashtra [Web 4](#). É oferecida uma gastronomia variada e serviços personalizados. Foi incluído nas viagens “Top World’s trens pela “Society of International Railway Travelers” (ver Figura 0-23) [Web 59](#).



Figura 0-23: Indian Maharaja (Fonte: [Web 59](#)).

Palace on Wheels (ver Figura 0-25) - Iniciou o serviço em 1982, sendo um comboio de primeira classe, pois os seus vagões são climatizados e todos eles com casa de banho privada com chuveiro (ver Figura 0-24).



Figura 0-24: Palace on Wheels (Fonte: [\[Web 59\]](#)).



Figura 0-25: Mapa referente ao trajeto Palace on Wheels (Fonte: [\[Web 8\]](#)).

Darjeeling Himalayan Toy Train - Foi construída pelos Ingleses entre 1879 e 1881 e oferecer aos passageiros uma vista incrível do Himalaia. O maior destaque deste comboio é o facto de este ainda ser a vapor, uma raridade a

nível mundial, levando-o a ser Nomeado como Património Mundial da UNESCO em 1999.



Figura 0-26: Darjeeling Himalayan Toy Train (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

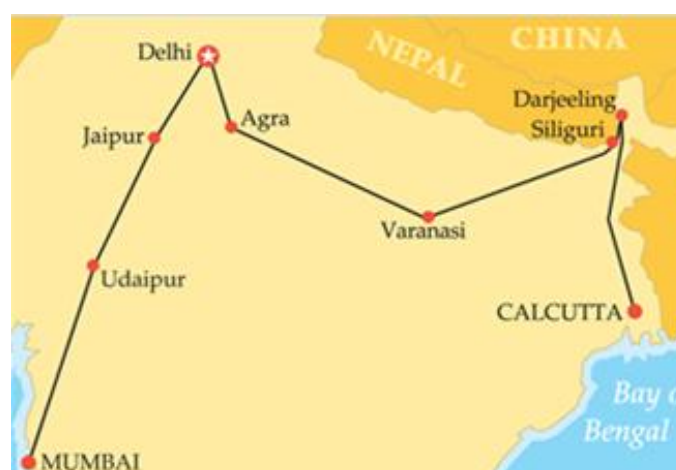


Figura 0-27: Mapa referente ao trajeto Darjeeling Himalayan Toy Train (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

No Pacífico

Indian Pacific - Viajando entre Sydney, Adelaide e Perth, o Indian Pacific é considerada uma das maiores ferrovias do mundo. Em três dias, viaja cerca de 4.353 km, sendo que 480 km são na reta mais longa do mundo, na Planície Nullarbor. A paisagem do interior da Austrália é de tirar o fôlego, bem como a vida selvagem (ver Figura 0-28) [\[Web 7\]](#).

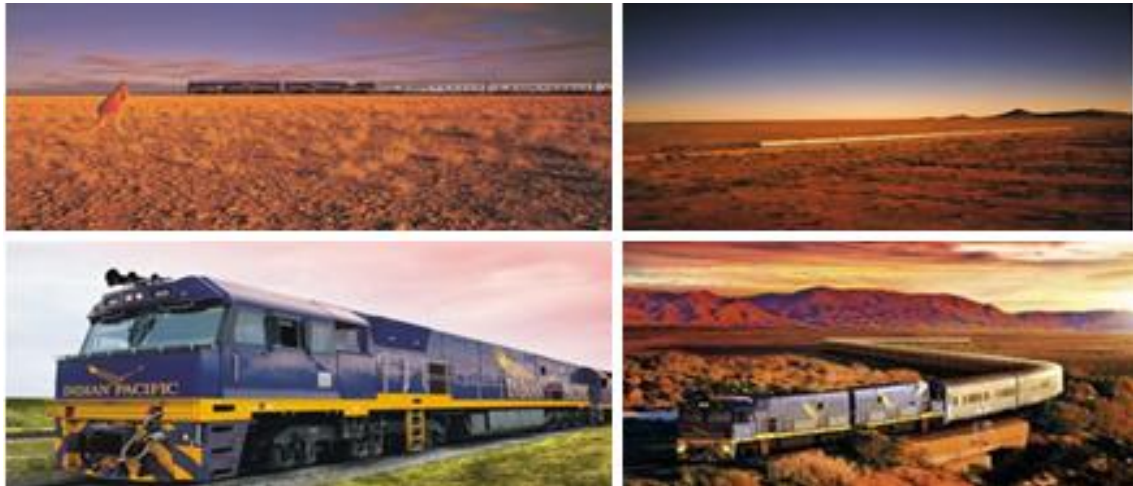


Figura 0-28: Indian Pacific (Fonte: [\[Web 7\]](#)).

Sunlander (Queensland Rail) - O Sunlander proporciona uma experiência única entre as cidades de Brisbane e Cairns, na Austrália. O comboio oferece cabines individuais para dormir, opções de entretenimento e uma carruagem restaurante numa jornada memorável de 32 horas repleta de vistas panorâmicas de paisagens diversas (ver Figura 0-29) [\[Web 58\]](#).



Figura 0-29: Sunlander (Queensland Rail) (Fonte: [\[Web 60\]](#)).

Em África

Pride of África - O comboio caracteriza-se por painéis de madeira e uma decoração típica dos anos 1920, com capacidade para 72 passageiros, distribuídos nas 36 suítes de luxo. O trajeto é o mesmo do anterior (ver Figura 0-30) [\[Web 61\]](#).



Figura 0-30: Pride of África (Fonte: [\[Web 59\]](#)).



Figura 0-31: Mapa referente ao trajeto Pride of África (Fonte: [\[Web 4\]](#)).

Anexo B - Ecopistas em Portugal

Ecopista do Rio Minho (ver Figura 0-33) foi inaugurada a 14 de novembro de 2004. O seu traçado faz-se entre Valença e Monção. Foram criados abrigos e sanitários, um parque de merendas e de estacionamento. Trata-se de um percurso em ilhotas e veigas férteis, protegidas pela Rede Natura 2000. É possível fazer cicloturismo e passeios pedonais, e um uso público como via de comunicação para o ócio, desporto, atividades recreativas, culturais e de proteção do meio ambiente (ver Figura 0-32) [[Web 27](#)].



Figura 0-32: Ecopista do Rio Minho (Fonte: [[Web 27](#)]).

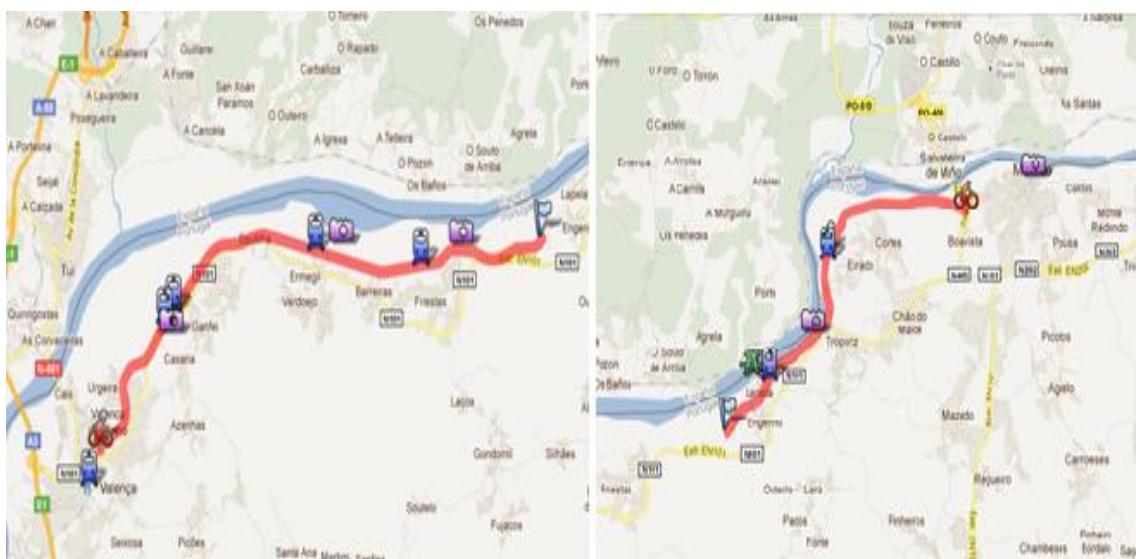


Figura 0-33: Trajeto da Ecopista do Rio Minho, ramal de Valença à esquerda, ramal de Monção à direita (Fonte: [[Web 29](#)]).

Ecopista de Guimarães – Fafe (ver Figura 0-35) é resultado do aproveitamento da antiga via-férrea que ligava Guimarães a Fafe. Esta ecopista será praticamente duplicada na sua extensão atual de 14 quilómetros com o projeto de prolongar o seu traçado até Creixomil (ver Figura 0-34) [[Web 28](#)].



Figura 0-34: Ecopista de Guimarães - Fafe (Fonte: [[Web 29](#)]).

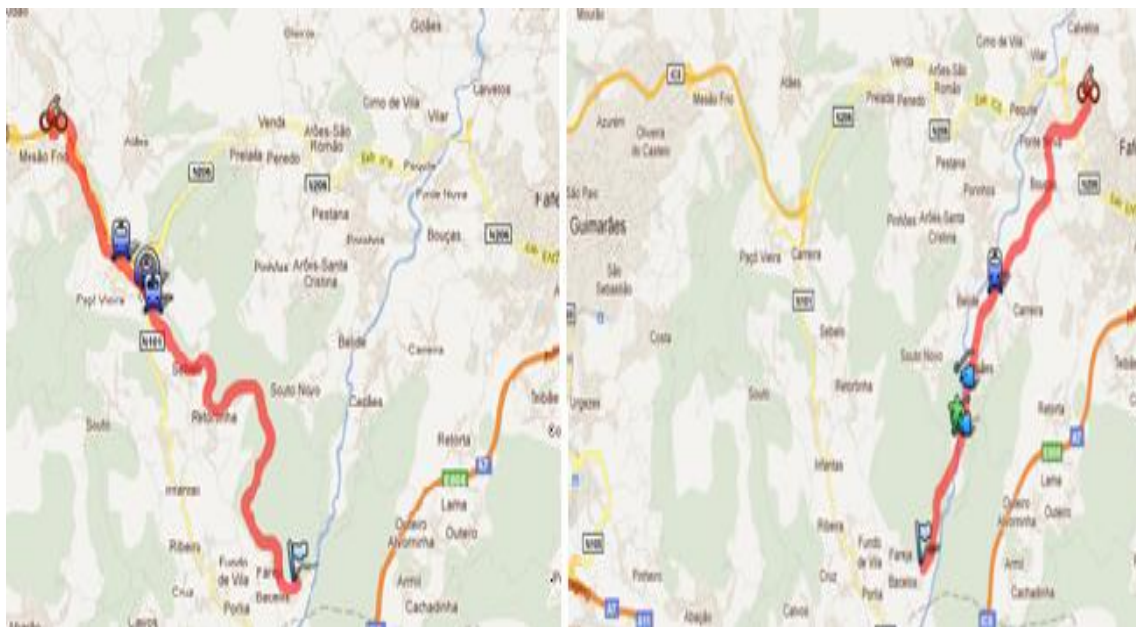


Figura 0-35: Trajeto da Ecopista de Guimarães - Fafe, ramal de Guimarães à esquerda, ramal de Fafe à direita (Fonte: [[Web 29](#)]).

Ecopista do Ramal de Famalicão (ver Figura 0-37): foi inaugurada em março de 2009 e resulta do trabalho de recuperação que a Câmara Municipal fez da antiga via-férrea entre Famalicão e a cidade balnear da Póvoa de Varzim. O seu percurso é feito por entre bosques e milheirais, aldeias típicas e quintas vinícolas, podendo desfrutar da natureza da região e para a prática desportiva, num ambiente de grande beleza e tranquilidade (ver Figura 0-36) [[Web 27](#)].



Figura 0-36: Ecopista do Ramal de Famalicão (Fonte: [[Web 62](#)]).



Figura 0-37: Trajeto da Ecopista de Famalicão (Fonte: [[Web 29](#)]).

Ecopista do Corgo (ver Figura 0-39) Localizada entre Vila Real e Chaves, correspondentes à antiga Linha do Corgo, contam uma extensão de 71 km, dos quais estão já utilizáveis 9 km (Vila Pouca de Aguiar, Figura 0-38).



Figura 0-38: Ecopista do Corgo (Fonte: [[Web 27](#)]).

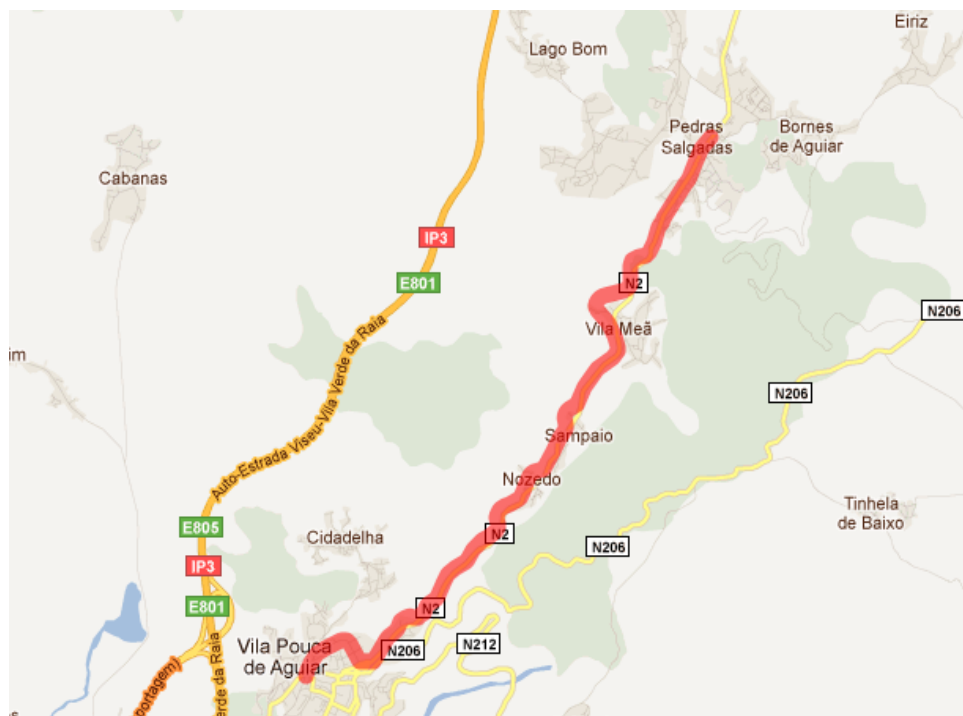


Figura 0-39: Trajeto V.P. Aguiar – Pedras Salgadas (Fonte: [[Web 29](#)]).

Ecopista do Sabor (ver Figura 0-40) A Ecopista entre Torre de Moncorvo e Larinho, foi aberta ao público em julho de 2006. Os restantes municípios abrangidos por esta Linha, tais como Freixo de Espada à Cinta, Mogadouro e Miranda do Douro estão atualmente em conversações com a REFER para o prolongamento desta Ecopista [[Web 27](#)].



Figura 0-40: Ecopista do Sabor (Fonte: [[Web 27](#)]).

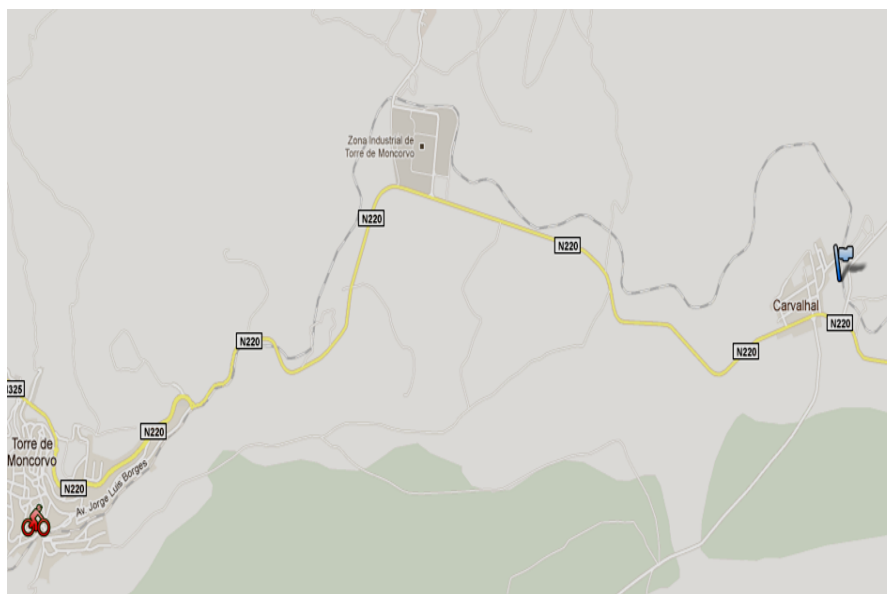


Figura 0-41: Trajeto de Torre de Moncorvo (Fonte: [[Web 29](#)]).

Ecopista do Dão (ver Figura 0-43) inaugurada a 21 de abril de 2007, a Ecopista de Viseu com quase oito quilómetros de extensão e a particularidade de estar completamente iluminada. A um de julho de 2011, esta Ecopista torna-se a maior do país com uma extensão 50 km, ligando, os concelhos de Viseu, Tondela e Santa Comba Dão. Este investimento na requalificação do antigo ramal ferroviário do Dão, participado em 85% pelo QREN sendo o restante assumido pelos municípios envolvidos (ver Figura 0-42) [\[Web 27\]](#).



Figura 0-42: Ecopista do Dão (Fonte: [\[Web 63\]](#)).

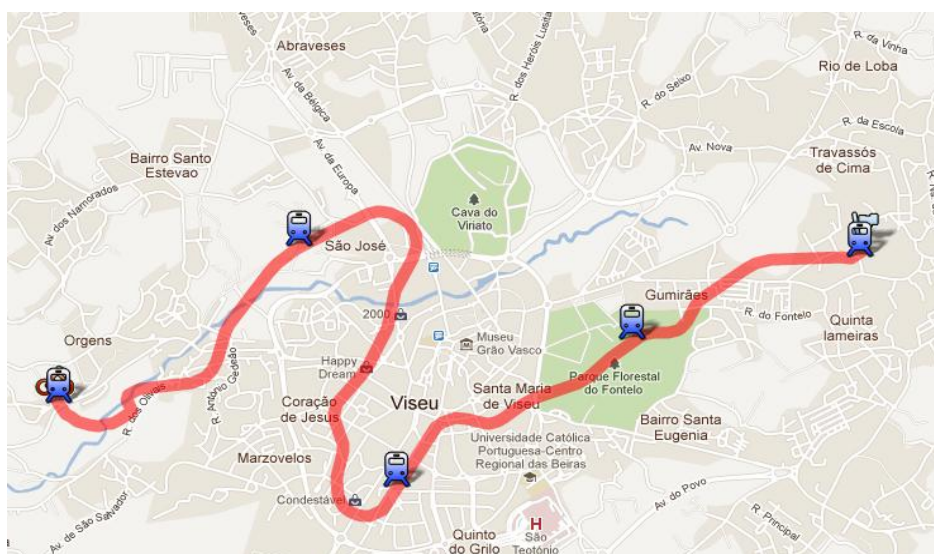


Figura 0-43: Trajeto de Viseu Fonte: [\[Web 30\]](#)).

Ecopista de Montemor - o - Novo (ver Figura 0-44): inaugurada no dia 8 de março de 2009. Com este projeto criaram-se condições para a utilização de um espaço que foi integrado no Contrato de Concessão entre a Câmara Municipal de Montemor-o-Novo e a REFER. A Ecopista do Montado é uma infraestrutura desportiva, recreativa e de lazer que possibilita a prática de atividades ao ar livre, reconhecidas na saúde, bem-estar, educação, cultura e vida social (ver Figura 0-44) [[Web 27](#)].



Figura 0-44: Ecopista do Montemor - o - Novo (Fonte: [Web 64](#))).

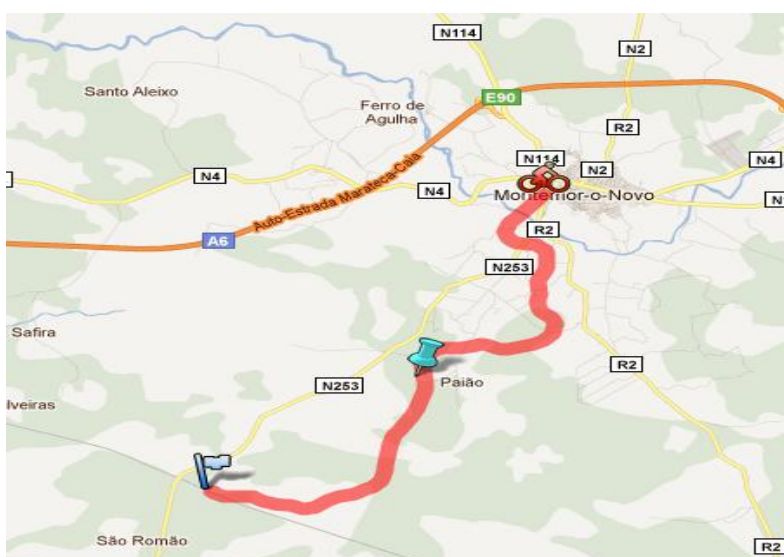


Figura 0-45: Trajeto da Ecopista do Montemor - o - Novo Fonte: [Web 29](#))).

Ecopista de Mora (ver Figura 0-47): a 25 de abril de 2006 foi aberto ao público o troço da Ecopista entre a Graça do Divor e a Sempre Noiva, até ao limite de concelho com Arraiolos. Esta Ecopista insere-se na Rede Verde Europeia do Espaço Mediterrâneo Ocidental, que se estenderá do Sul de Portugal ao Sul de Itália. A rede verde é constituída por Vias Verdes como a Ecopista, que garantem uma ligação fácil entre as zonas urbanas e rurais, proporcionando contato direto com a natureza (ver Figura 0-46) [Web 27].



Figura 0-46: Ecopista de Mora (Fonte: [Web 27]).

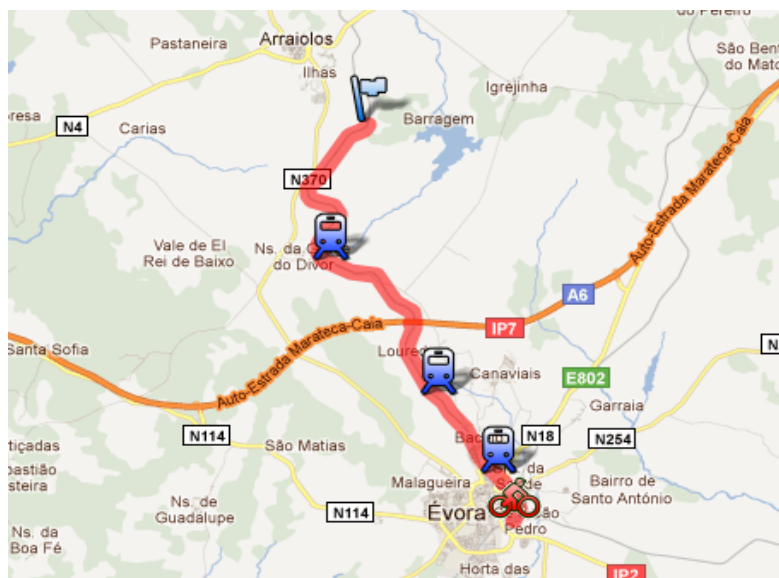


Figura 0-47: Trajeto da Ecopista de Mora, Évora - Sempre Noivo Fonte: [Web 29]).

Anexo C - Horários do metropolitano de Mirandela

Metropolitano - Linha do Tua



Mirandela-Carvalhais (Manhã)							
Mirandela	7:45	8:11	9:05	11:45	12:15	12:45	
Tarana	7:48	8:12	9:06	11:48	12:18	12:48	
Jacq. Delors	7:47	8:13	9:07	11:47	12:17	12:47	
S. Sebastião	7:49	8:15	9:09	11:49	12:19	12:49	
Jean Monet	7:51	8:17	9:11	11:51	12:21	12:51	
Carvalhais	7:54	8:20	9:14	11:54	12:24	12:54	
Carvalhais-Mirandela (Manhã)							
Carvalhais	7:53	8:50	9:16	12:02	12:32	13:27	
Jean Monet	8:02	8:54	9:20	12:06	12:36	13:31	
S. Sebastião	8:04	8:56	9:22	12:08	12:38	13:33	
Jacq. Delors	8:05	8:57	9:23	12:09	12:39	13:34	
Tarana	8:06	8:58	9:24	12:10	12:40	13:35	
Mirandela	8:07	8:59	9:25	12:11	12:41	13:36	
Mirandela-Carvalhais (Tarde)							
Mirandela	13:11	14:06	16:15	17:45			
Tarana	13:42	14:07	16:16	17:46			
Jacques D.	13:43	14:08	16:17	17:47			
S. Sebastião	13:44	14:09	16:18	17:48			
Jean Monet	13:47	14:11	16:21	17:51			
Carvalhais	13:50	14:15	16:24	17:54			
Carvalhais-Mirandela (Tarde)							
Carvalhais	13:52	14:18	17:02	18:02			
Jean Monet	13:56	14:22	17:06	18:06			
S. Sebastião	13:58	14:24	17:08	18:08			
Jacq. Delors	13:59	14:25	17:09	18:09			
Tarana	14:00	14:26	17:10	18:10			
Mirandela	14:01	14:27	17:11	18:11			

Figura 0-48: Horários do metropolitano de Mirandela e dos táxis de substituição (Fonte: [Web 31]).

Anexo D - Inventário das pontes

Inventario das pontes e viadutos ferroviários do troço Foz Tua - Mirandela existente na REFER

Tabela VII: Inventario das pontes ferroviárias do troço Foz Tua - Mirandela existente na REFER.

Pk (meio vão)	Designação	Elementos em arquivo
1+409	Viaduto das Prezas	Peças Desenhadas – 1886
		Cálculos Justificativos – Braine-Le-Conte – 1886
		Expediente referente a consolidação do talude - 1989
		Elementos de campo – 1989
5+800	Viaduto das Fragas Más	Peças Desenhadas /projeto de 1886
		Cálculos Justificativos – Braine-Le-Conte – 1886
		Expediente 1953 a 1956
		Elementos de campo
		Trabalhos de substituição da ponte 1962
		Peças desenhada do projeto de 1962
11+358	Ponte de Paradela	Cálculos Justificativos – Braine-Le-Conte – 1886
		Peças Desenhadas – 1886
26+642	Ponte da Cabreira	Cálculos Justificativos – Braine-Le-Conte – 1886
		Peças Desenhadas – 1886
29+200	Ponte de Vieiro ou Abreiro	Cálculos Justificativos – Braine-Le-Conte – 1886
		Peças Desenhadas – 1886
41+741	Ponte de Cachão ou Meireles	Cálculos Justificativos – Braine-Le-Conte – 1886
		Peças Desenhadas – 1886
45+778	Ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas	Peças desenhadas - 1885
		Medições – Cálculos -1885

Inventário das pontes rodoviárias entre Foz Tua - Mirandela existente na EP

Tabela VIII: Ponte do Tua na antiga EN16-2 (Fonte EP).

Designação da EP	Ponte do Tua na antiga EN16-2				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/Observações
DSPT./ ./01././320/- Textual	1938.08.18- 1940.10.04	Direção de Serviços de Pontes	Ponte sobre o rio Tua na EN16-2. Projeto - Contém: a) linhas de influência, gráficos e diagramas b) memória descritiva, caderno de encargos e cálculos c) medições e orçamento d) 2.ª adicional - memória descritiva e) 1.ª adicional f) patente. Empreitada	Construção da ponte e seus acessos: projeto, patente	O 1.º projeto da ponte data de 1888 e foi feito pelo engenheiro Von Haffe; o 2.º estudo é de 1917 e feito pelo eng. Byrne Pereira. Em 1933 foi iniciado novo estudo pela JAE. Na capa do processo está indicado o distrito do Porto, mas deve ser erro – Bragança
DSPT./ ./01././321/- Textual	---	Direção de Serviços de Pontes	Ponte sobre o Tua na EN16-2. Peças desenhadas. Empreitada	Desenhos anulados, planta geral e perfis, acessos e construção	---
DSPT./ ./05././16507/- Textual	1940.10.00- 1940.10.00	Direção de Serviços de Construção	Ponte do Tua - EN16-1 - Orçamento dos trabalhos a mais e a menos e construção dos acessos (1ª adicional)	Peças escritas - Memória, medições, expropriações, mapa dos trabalhos, caderno de encargos, notas manuscritas	---
DSPT./ ./01././322/- Textual	1932.10.28- 1940.12.28	Direção de Serviços de Pontes	Ponte sobre o rio Tua na EN16-2. Processo - Anos 1932 a 1940	Construção da ponte: projeto, processo	Ponte que deverá ligar o ramal da EN20-2 com a EN16-2. Na capa está indicado o distrito do Porto
DSPT./ ././19892/- Textual	1936.02.08- 1936.02.08	Direção de Serviços de Pontes	Ponte do Douro sobre o rio na Foz do Tua na EN16-2ª	Peças desenhadas e ordem para se proceder à elaboração do projeto de alargamento	---

Tabela IX - Ponte da Brunheda na EN314-1 (Fonte: EP).

Designação da EP	Ponte da Brunheda na EN314-1				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/Observações
DSPT./ .05./10493/- Textual	1989.03.00- 1989.03.00	Direção de Serviços de Pontes e LNEC	Observação a médio prazo da ponte do Tua. 2.º Relatório	Comportamento dos materiais, resultados obtidos, análise dos resultados, observação do estado de fendilhação da obra e conclusões	Relatório Confidencial. Tem índice. Ponte ao km 1,899 num local próximo da estação de caminho-de-ferro de Brunheda
DSPT./ .05./10494/- Textual	1980.12.00- 1980.12.00	Direção de Serviços de Pontes e Projeto	EN314-1- Brunheda - Abreiro. Ponte sobre o Rio Tua. Memória Descritiva. Adenda. Estudo Prévio	Aditamento ao estudo prévio, incidindo na solução 3 e análise económica. Inclui memória descritiva e peças desenhadas	Ponte ao km 1,899 num local próximo da estação de caminho-de-ferro de Brunheda
DSPT./ .05./10495/- Textual	1980.12.00- 1980.12.00	Direção de Serviços de Pontes e Projeto	EN314-1- Brunheda - Abreiro. Ponte sobre o Rio Tua. Estudo Prévio	Memória descritiva e peças desenhadas.	A caixa contém a relação das peças desenhadas. Ponte ao km 1,899 num local próximo da estação de caminho-de-ferro de Brunheda

Tabela X: Ponte do Abreiro na EN314 (Fonte: EP).

Designação da EP	Ponte do Abreiro na EN314				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/Observações
DSPT./ .05./610/- Textual	1953.05.31- 1953.05.31	Direção de Serviços de Pontes	Projeto da ponte sobre o rio Tua em Abreiro EN314. Peças escritas, vol. I	Projeto de construção da ponte	---
DSPT./ .05./611/- Textual	1953.05.30- 1953.05.30	Direção de Serviços de Pontes	Projeto da ponte sobre o rio Tua em Abreiro EN314. Peças escritas, vol. II	Projeto de construção da ponte	---
DSPT./ .01./613/- Textual	1959.05.00- 1959.05.00	Direção de Serviços de Pontes	Ponte do Abreiro sobre o rio Tua, na EN314. Relatórios do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Empreitada	Construção da ponte: relatórios do LNEC	2 Volumes iguais, intitulados "Observação da ponte de Abreiro. III parte. Observações realizadas após a construção. Relatório. Volume II. Figuras."
DSPT./ .01./617/- Textual	1954.09.22- 1958.06.14	Direção de Serviços de Pontes	Ponte do Abreiro sobre o rio Tua na EN314.	Construção da ponte: fiscalização expedida, fiscalização recebida, esgotos, conta corrente. Relatórios do LNEC	Relatório do LNEC: "Observação da ponte de Abreiro - 1. ^a parte - descimbramento" (1956); "Observação da ponte de Abreiro - II parte - observações realizadas durante a construção" (1956), "Observação da ponte de Abreiro - III parte - observações realizadas após a construção" (1959)

Tabela XI: Ponte Vilarinho das Azenhas EN15 (Fonte: EP).

Designação da EP	Ponte de Vilarinho das Azenhas				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/ Observações
FA./ .I22.I.673/- Textual	1893.09.00 - 1900.00.00	Direção Geral das Obras Públicas e Minas/Direção das Obras Públicas do Distrito de Bragança	ED60 de Vilarinho das Azenhas aos Leirós. Troço entre a estação de Vilarinho e os Eixos na ER38. Projeto	Projeto da ponte sobre o rio Tua; peças escritas constituídas por memória descritiva e caderno de encargos, medições, série de preços e orçamento datadas de 1893 e sujeitas a parecer do Conselho Superior de Obras Públicas e Minas e reformulados em 1896 de acordo com as suas diretrizes; é posto a concurso em 1897 mas não surgem concorrentes em virtude dos preços do orçamento o que exige a elaboração de novo orçamento aprovado pelo mesmo Conselho	---

Tabela XII: Ponte de Frechas EN213 (Fonte: EP).

Designação da EP	Ponte de Frechas EN213				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/Observações
DSPT./ .05./11122/- Textual	1994.07.00- 1994.07.00	Direção de Serviços de Pontes e Firmino Puga	EN213 - Ponte de Frechas. Alargamento e beneficiação. Projeto de execução	Memória descritiva e justificativa, cálculos, medições, orçamentam e peças desenhadas	Contém índice geral por capítulo
DSPT./ .05./2665/- Textual	1994.04.00- 1994.04.00	Direção de Serviços de Pontes e Firmino Puga	EN213 - Ponte de Frechas - Alargamento e Beneficiação - Projeto de execução	Parecer da Comissão de Apreciação e despacho de aprovação pelo Secretário de Estado das Obras Públicas; Peças escritas - Memória, anexos de cálculo; Peças desenhadas	Ponte ao km 61,6 no lanço Mirandela-Vila Flor (AG)
DSPT./ .11.21533/- Textual	1969.05.31- 1969.06.28	Direção de Serviços de Pontes	Ponte de Frechas sobre o rio Tua na EN213	Relatório sobre a viabilidade do pedido de construção de ponte sobre o rio Tua, e Frechas, no Concelho de Mirandela	---

Tabela XIII: Ponte Açude na EN15 (Fonte: EP).

Designação da EP	Ponte Açude				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/Observações
DSPT./ .I.I.20753/- Textual	1980.11.18- 1993.04.18	Direção de Serviços de Pontes	Açude do rio Tua em Mirandela	Peças desenhadas e expediente sobre a construção da ponte Açude- Variante à EN15 a Sul de Mirandela	---

Tabela XIV: Ponte Medieval de Mirandela EN15

Designação da EP	PONTE ROMANA DE MIRANDELA EN15				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/Observações
DSPT./ .I05.I.10321/- Textual	1972.00.00- 1972.00.00	Direção de Serviços de Pontes	EN15 - Ponte sobre o Rio Tua em Mirandela. Projeto dos trabalhos de consolidação e de beneficiação	Memória descritiva, cadernos de encargos, cálculos de estabilidade e peças desenhadas	Ponte de granito construída nos princípios do século XVI e classificada como monumento nacional desde 1910. Na memória encontra-se uma recolha histórica bastante desenvolvida sobre esta obra de arte (AG)
DSPT./ .I05.I.2344/- Textual	1972.00.00- 1972.00.00	Direção de Serviços de Pontes	EN15 - Ponte sobre o rio Tua em Mirandela - Projeto dos trabalhos de consolidação e de beneficiação	Peças escritas - Memória, caderno de encargos, cálculos de estabilidade; Peças desenhadas	---

Tabela XV: Ponte Engenheiro José Machado Vaz (Ponte de Mirandela) EN15 (Fonte: EP).

Designação da EP	Ponte Engenheiro José Machado Vaz (Ponte de Mirandela) EN15				
	Datas de Produção	Produtores	Título	Conteúdo	Notas/ Observações
DSPT./ ./01././1173/- Textual	1967.00.00- 1967.00.00	Direção de Serviços de Pontes e Luciano de Almeida Rosa Lobo	EN15. Projeto da ponte sobre o Rio Tua em Mirandela. Vol.I. Memória descritiva. Medições e orçamento. Desenhos de construção	Construção da ponte. Projeto: peças escritas e desenhadas	---
DSPT./ ./01././1174/- Textual	1967.00.00- 1967.00.00	Direção de Serviços de Pontes e Luciano de Almeida Rosa Lobo	EN15. Projeto da ponte sobre o Rio Tua em Mirandela. Vol.II. Cálculos de estabilidade	Construção da ponte. Projeto: peças escritas e desenhadas	---
DSPT./ ./05././10579/- Textual	1982.10.00- 1982.10.00	Direção de Serviços de Pontes e Tecnasol	EN15 Ponte sobre o Rio Tua em Mirandela. Relatório do reconhecimento geotécnico	Relatório geotécnico	---
DSPT./ ./05././10580/- Textual	1982.10.00- 1982.11.00	Direção de Serviços de Pontes e Tecnasol	EN15 Ponte sobre o Rio Tua em Mirandela. Anexo ao Relatório do reconhecimento geotécnico	Fotografias e amostragem das sondagens	

Anexo E - Cálculos justificativos da ponte de Meireles

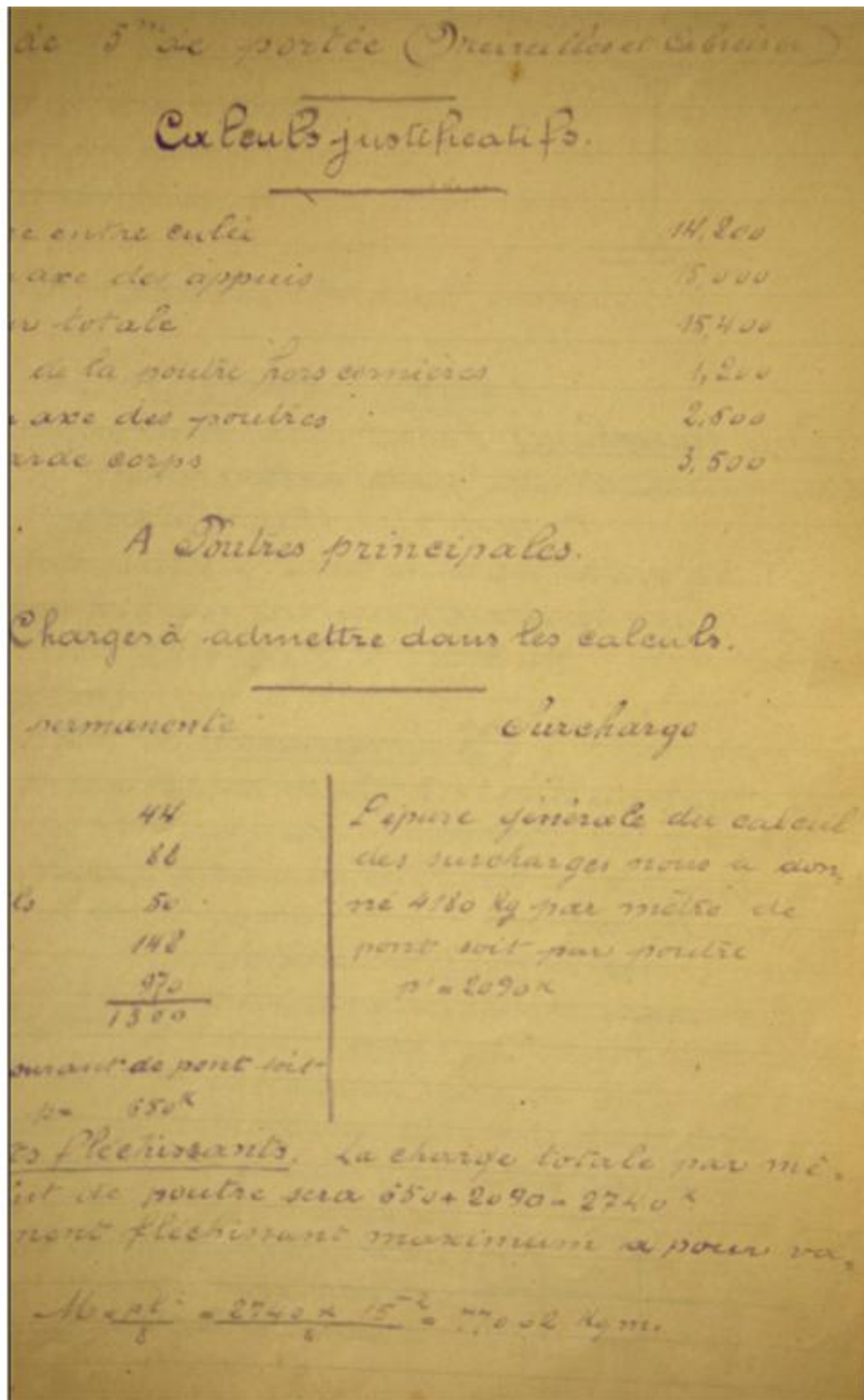


Figura 0-49: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Primeira pagina – Documento original (Fonte: RFER).

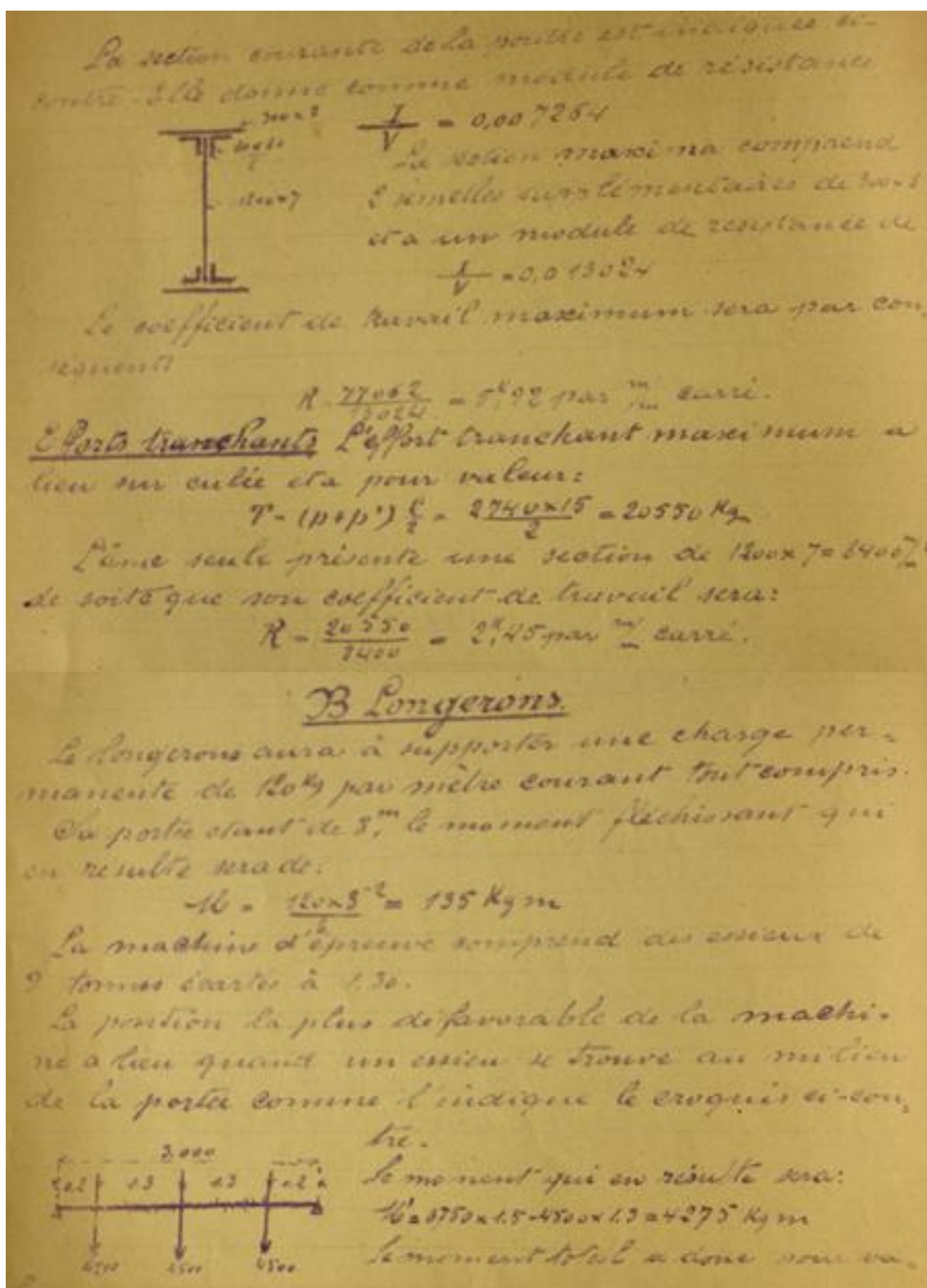


Figura 0-50: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Segunda pagina – Documento original (Fonte: RFER).

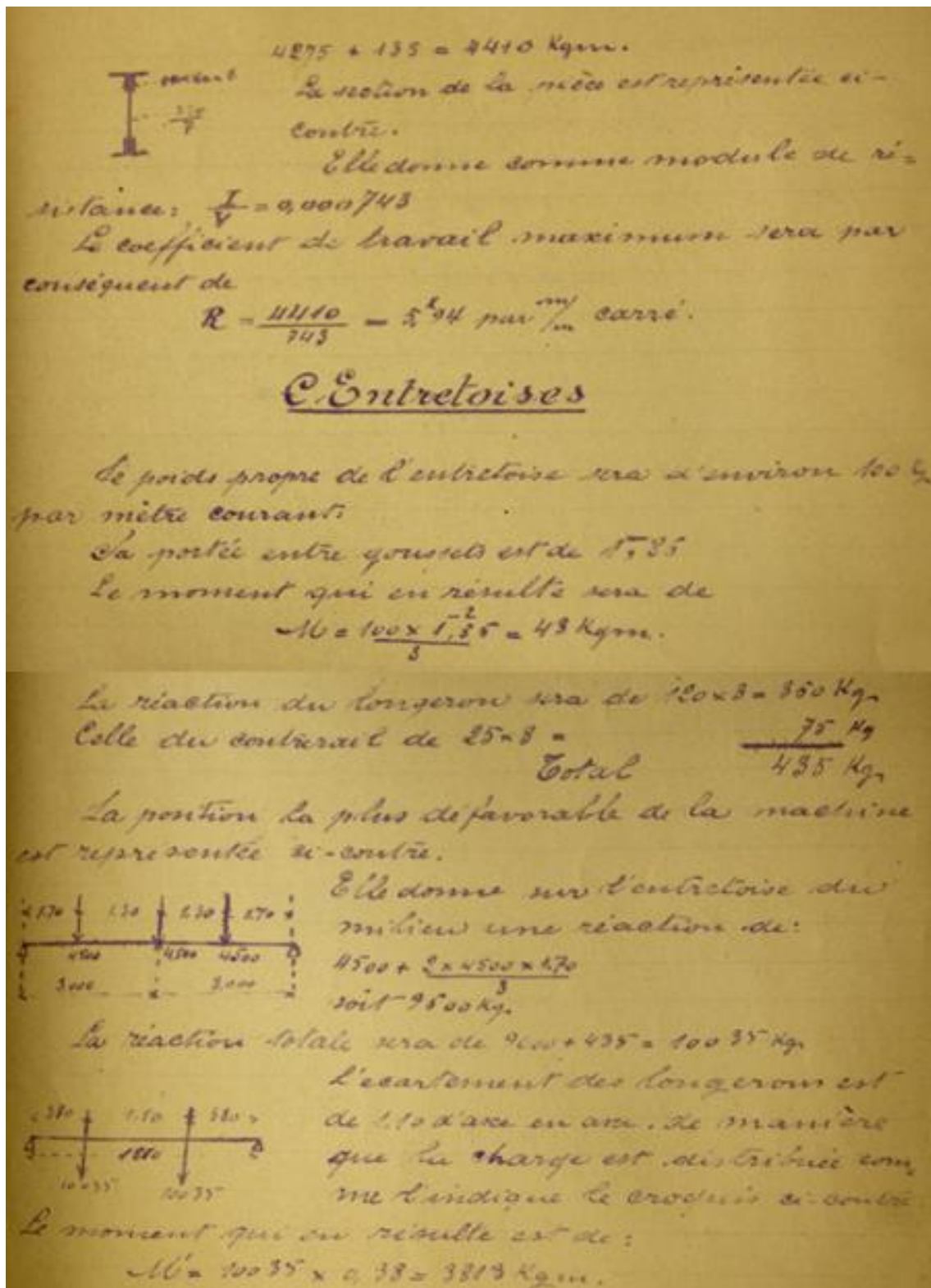


Figura 0-51: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Terceira pagina – Documento original (Fonte: RFER).

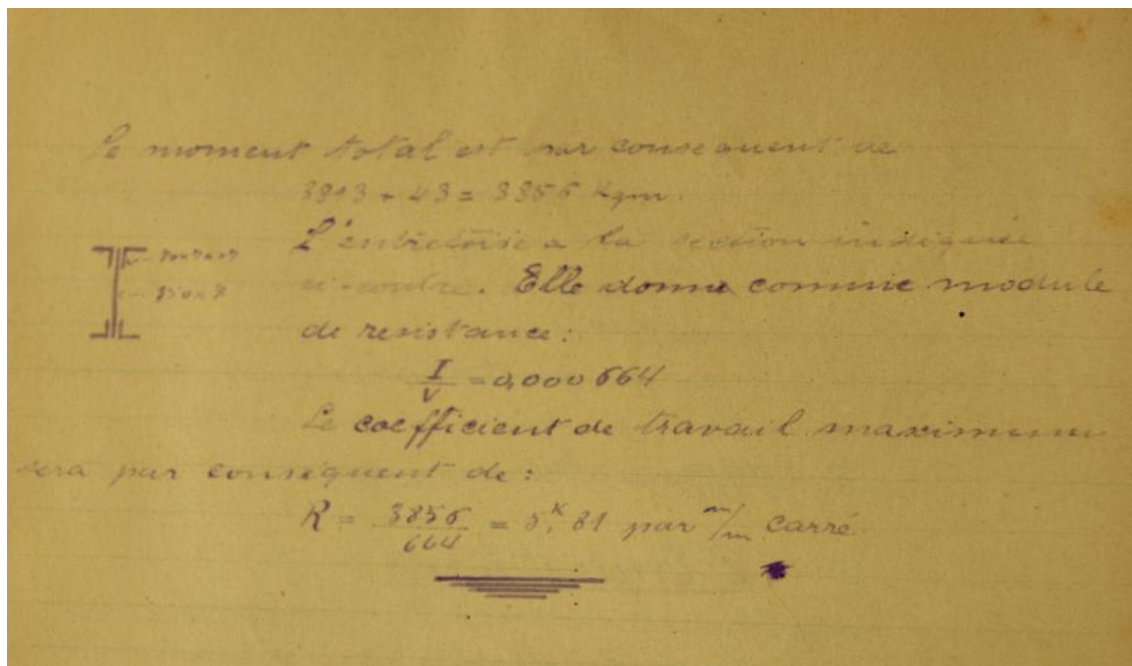


Figura 0-52: Cálculos justificativos da ponte de Meireles. Quarta pagina – Documento original (Fonte: RFER).

Anexo F - Cálculos e medições da Ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas

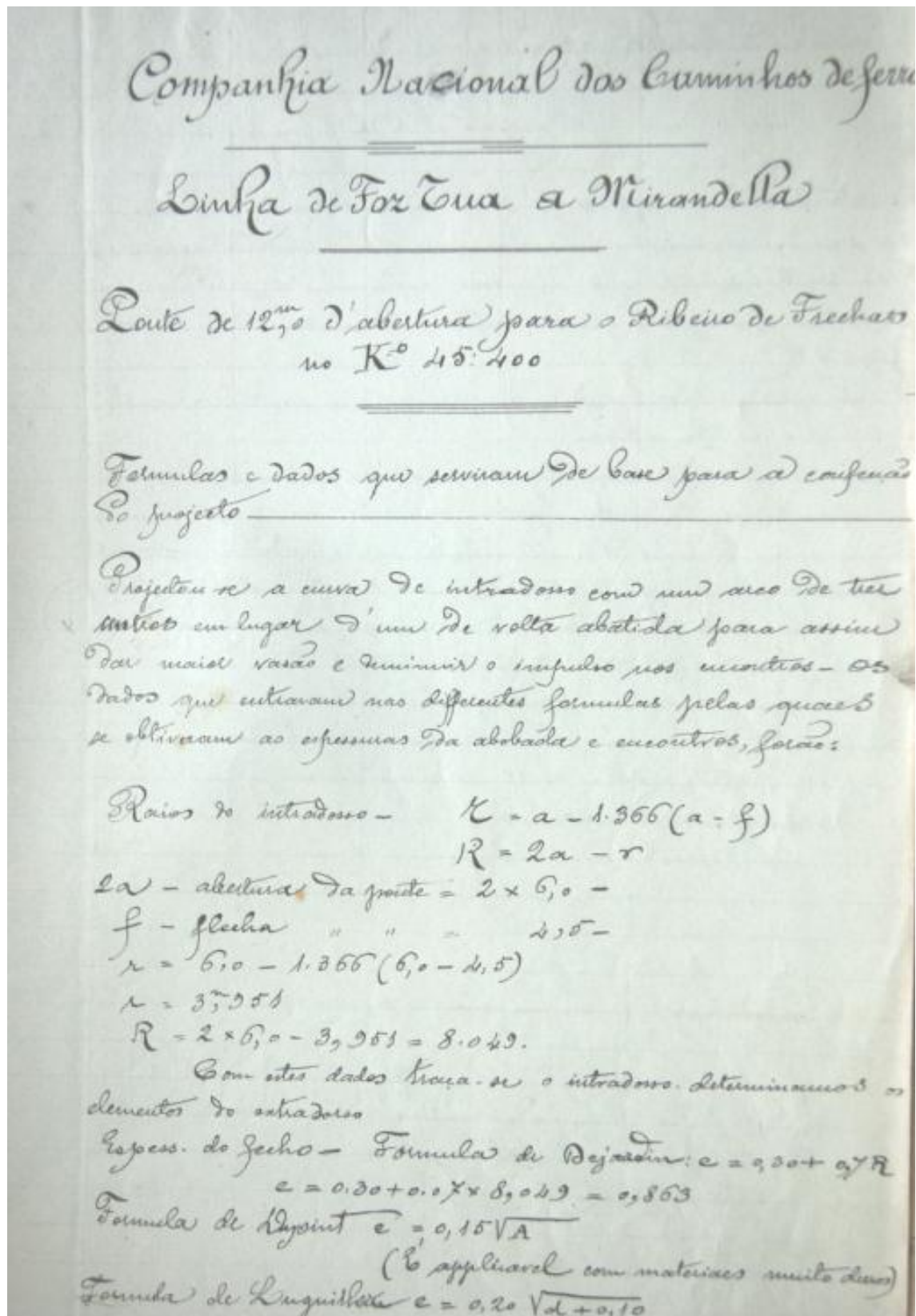


Figura 0-53: Primeira página dos cálculos/medições para a ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).

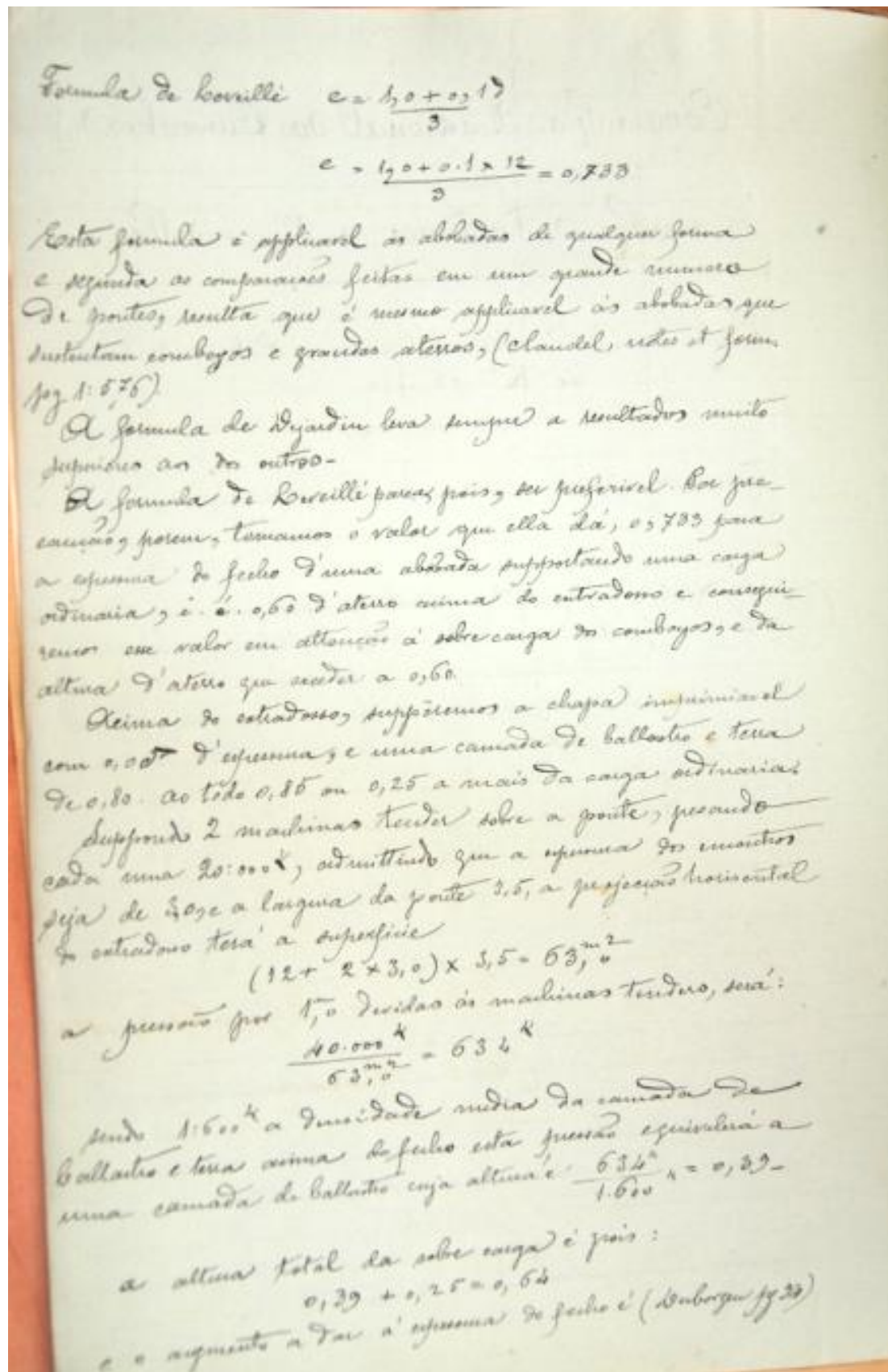


Figura 0-54: Segunda página dos cálculos/medições para a ponte de Ribeira da Carvalha/Frechais (Fonte: REFER).

$0,20 \times 0,64 = 0,128$
 $e = 0,733 + 0,128 = 0,861$
 arredondando =
 espessura do fiocho: $e = 0,90$

Espessura da junta de ruptura =
 Determina-se pela fórmula (Dub - pag - 118)
 $0,90 \times 1,80 = 1,62$

Espessura dos pés direitos:
 (Dub pag 118) $E = (0,43 + 0,154d) \sqrt{\frac{4 + 0,546 \times \frac{0,182}{0,2056d}}{1}}$

que é a fórmula de Lamié, e nos leva ao valor =
 $E = 2,228$

A fórmula de Luginellin
 $E = \sqrt{D} [0,60 + 0,05(\frac{D}{45} - 2) + 0,04H]$
 $E = \sqrt{12} [0,60 + 0,05(\frac{12}{45} - 2) + 0,04 \times 6,65]$
 $E = 3,114$

Fórmula de Kay $E = 0,20 + 0,30 / (R + 2e)$
 $E = 0,20 + 0,30 / (8,049 + 2 \times 0,9)$
 $E = 3,155$

Tomamos $E = 3,20$

Lisboa 10 de Dezembro de 1885
 (a) Beça

Figura 0-55: Terceira página dos cálculos/medições para a ponte de Ribeira da Carvalha/Frechas (Fonte: REFER).

Anexo G - Ponte de Vilarinho das Azenhas

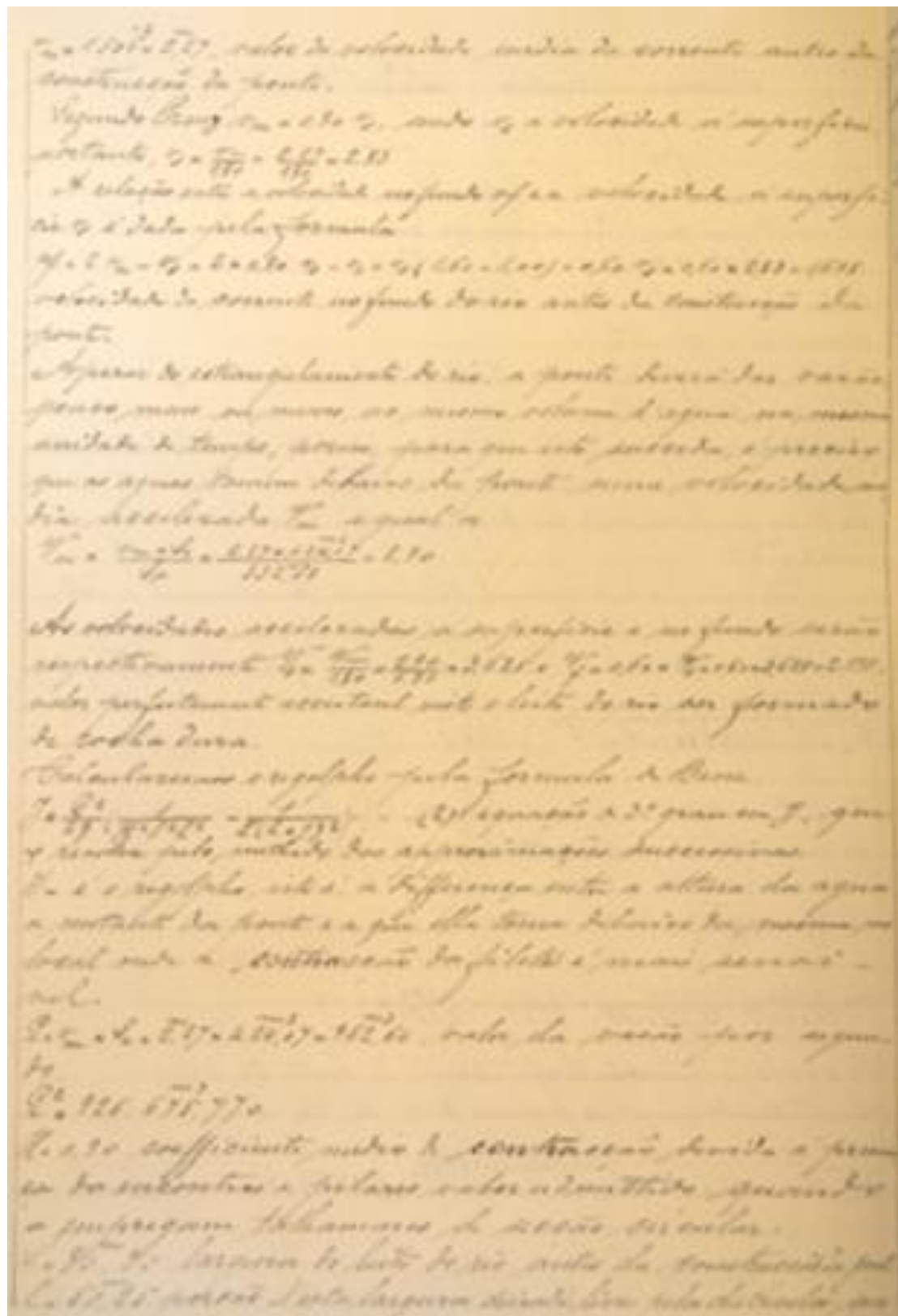


Figura 0-57: Memória descritiva e cálculos justificativos (segunda pagina – Fonte EP).

conduzem a contração.

6. 7. 51 altura da água no site onde é maior a contração.

Substitui no 2.º membro da equação (2) f_1 e substituindo

2.º q, R, h, l e L pelos respectivos valores, temos:

$$= \frac{47.231,18 \times (0,0000115 - \frac{1}{2 \times 2.57})}{19,48} = \frac{47.231,18 \times (0,0000115 - \frac{1}{5.14})}{19,48}$$

$$= 47.231,18 \times (\frac{1}{5.14 \times 2.57} - \frac{1}{5.14 \times 2.57}) =$$

$$= 47.231,18 \times (\frac{1}{13.210,28} - \frac{1}{13.210,28}) =$$

$$= 47.231,18 \times (0,0000115 - 0,0000115) = 47.231,18 \times 0,0000000 = 0,39$$

Substitui no 2.º membro da equação (2) f_1 e, 3.º, temos:

$$= 47.231,18 (0,0000115 - \frac{1}{2 \times 2.57}) = 47.231,18 (0,0000115 - \frac{1}{5.14})$$

$$= 47.231,18 (0,0000115 - \frac{1}{5.14 \times 2.57}) = 47.231,18 (0,0000115 - \frac{1}{13.210,28})$$

$$= 47.231,18 (0,0000115 - 0,0000075) = 47.231,18 (0,0000115 - 0,0000075) =$$

$$= 47.231,18 \times 0,0000040 = 0,39$$

Para f_1 e, 3.º, temos:

$$= 47.231,18 (0,0000115 - \frac{1}{2 \times 2.57}) = 47.231,18 (0,0000115 - \frac{1}{5.14})$$

= 47.231,18 = 0,0000115 = 0,40 valor do golpe.

Est valor é um pouco superior ao limite admissível que é 0,39 como se sabe, igual a 0,39. Devemos porém, notar que no local onde há de ser construída a ponte há grandes depressões no leito do rio, nas quais se acumulam a areia, lama e arestada pela corrente, em ocasiões de grandes cheias. Como vimos a velocidade acelerada da corrente no fundo do rio é de 2,57, muito antes de velocidade atingir est valor a corrente arrasta a areia, acumulando-se de esta forma a areia de arestada e diminuindo, por consequência, o valor do golpe.

Figura 0-58: Memória descritiva e cálculos justificativos (terceira página – Fonte EP).

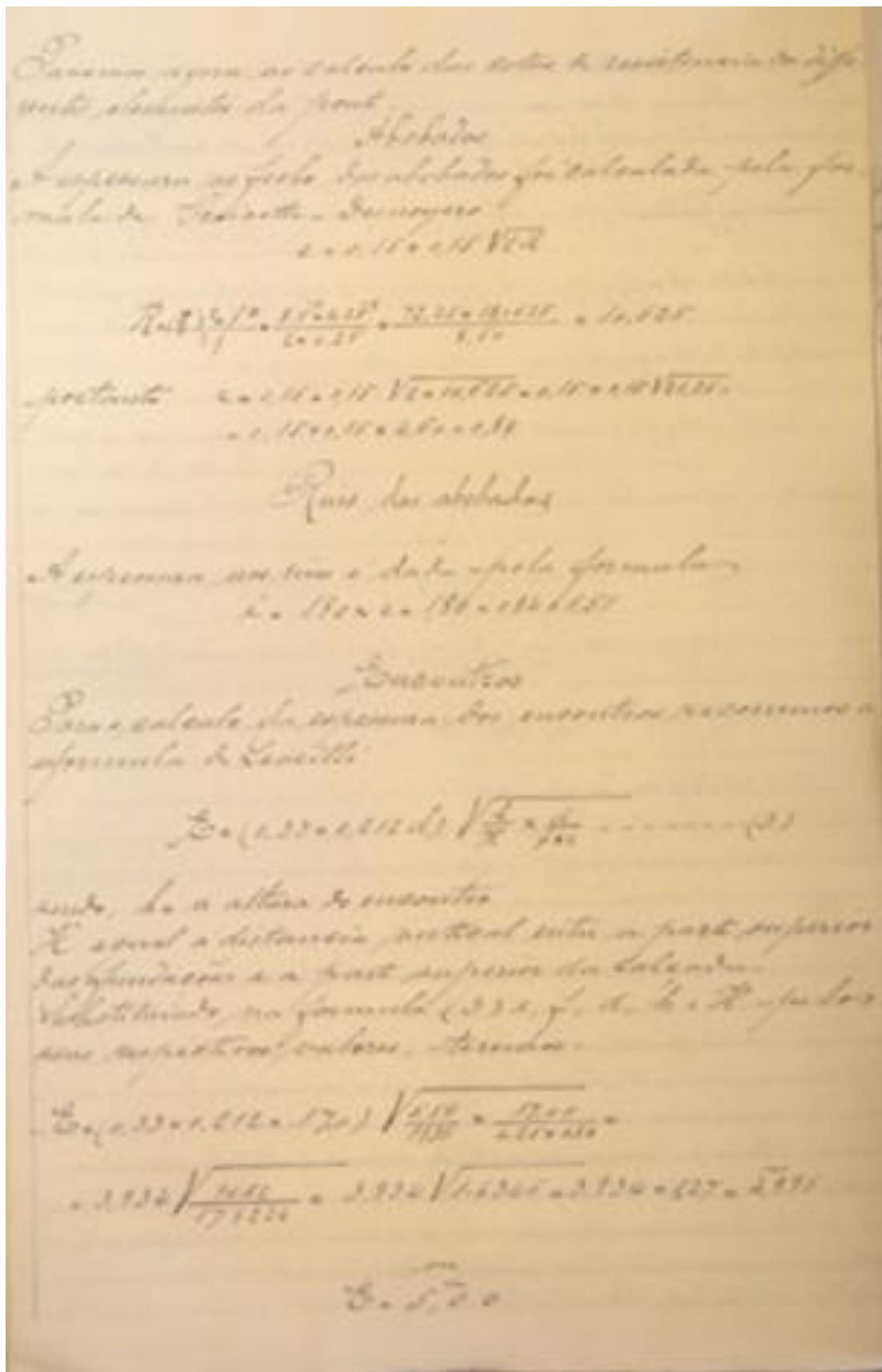


Figura 0-59: Memória descritiva e cálculos justificativos (quarta pagina – Fonte EP).

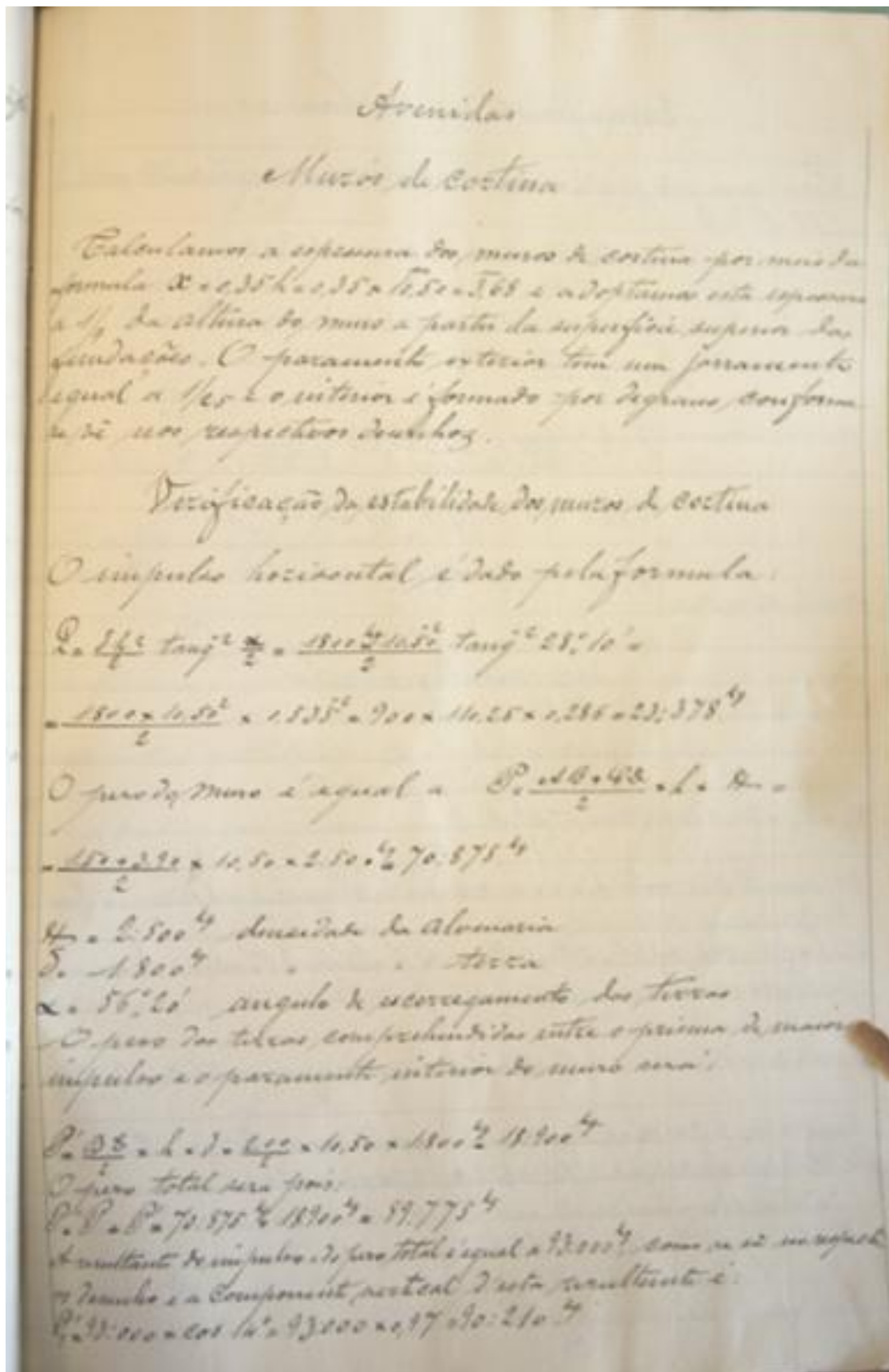


Figura 0-60: Memória descritiva e cálculos justificativos (quinta pagina – Fonte EP).

Escoamento sobre a baa

Para, que, não haja, escoamento, é necessário que
 $0,76 \frac{h}{s} > 0$

$$0,76 \times 10/20 = 0,38 > 0,378$$

Pressão sobre a superfície superior dos alinhados

pressão, média $\frac{P}{s} = \frac{10.110}{20.000} = 0,505$ por centimetro quadrado

pressão, maxima $\frac{P}{s} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h}{s} \right) = \frac{10.110}{20.000} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{10}{20} \right) =$

$$= \frac{10.110}{20.000} \times \left(1 + \frac{1}{2} \frac{10}{20} \right) = \frac{10.110}{20.000} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{10}{20} \right) =$$

$$= \frac{10.110}{20.000} \times \frac{110}{100} = \frac{10.110}{20.000} \times 1,1 = 0,5561$$

Constante quadrada.

Momento de impulso

$$P \cdot \frac{1}{2} = 0,378 \times 1,1 = 0,4158$$

Momento de peso total.

$$P \cdot \frac{1}{2} = 10.110 \times 1,1 = 11.121$$

Momento de resistência ao avanço da alomaria no meio da baa

$$R = b \cdot \frac{1}{2} = \frac{10.000 \times 1,1}{2} = 5.500$$

Resistência ao avanço por, centimetro quadrado.

Momento de resistência devido ao atrito das baaas, contra o paramento interior da mura

$$\text{tang } \varphi = \mu (P \cos \alpha + P \sin \alpha) = \text{tang } \varphi = b \cos \alpha + P \sin \alpha =$$

$$= 0,516 \times 1,1 \times 0,982 (0,378) = 0,982 \times 11.121 = 0,982 \times 11.121 =$$

$$= 10.918 \times 0,982 = 10.718$$

Figura 0-61: Memória descritiva e cálculos justificativos (sexta pagina – Fonte EP).

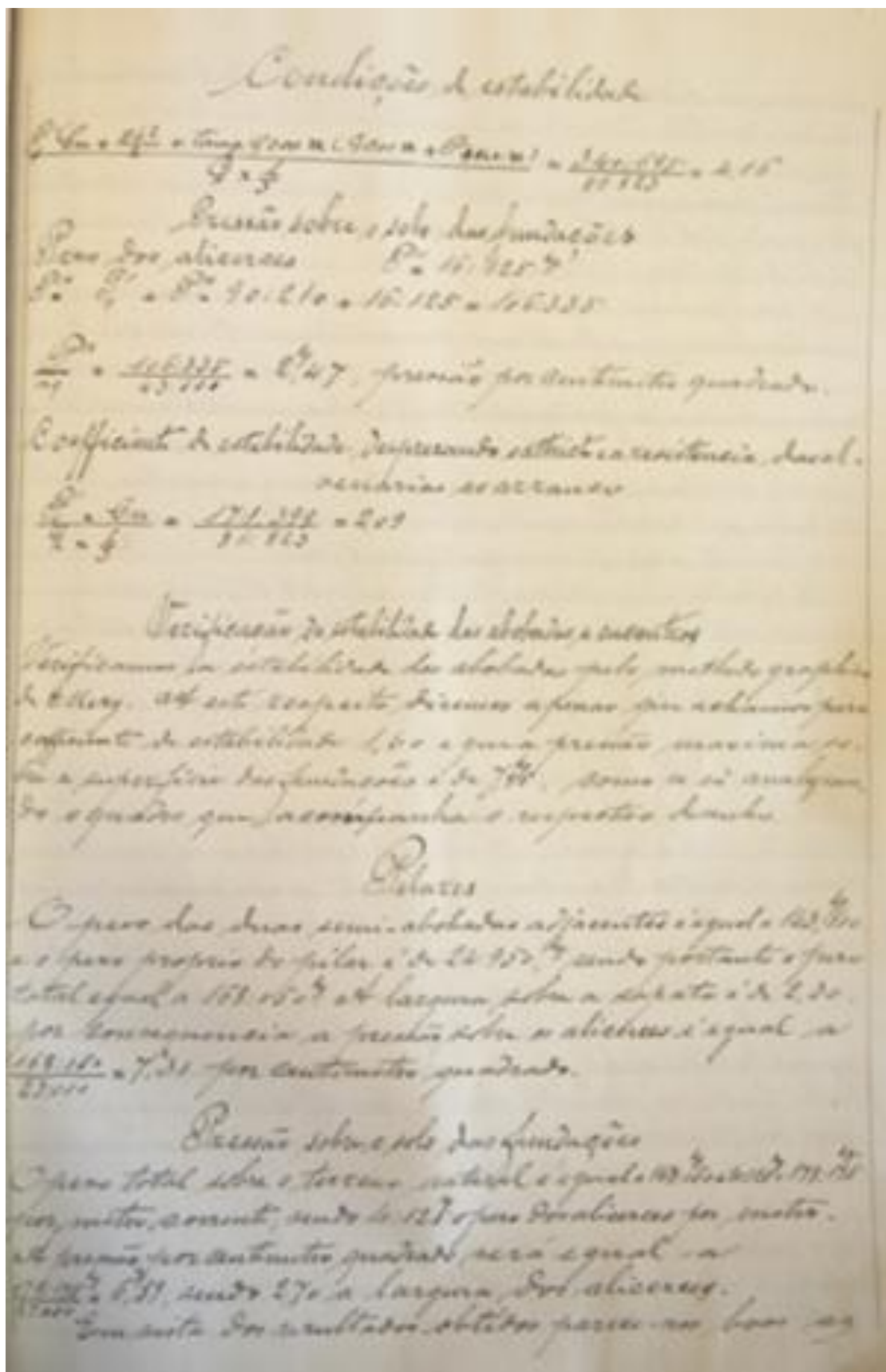


Figura 0-62 Memória descritiva e cálculos justificativos (sétima página – Fonte EP).

