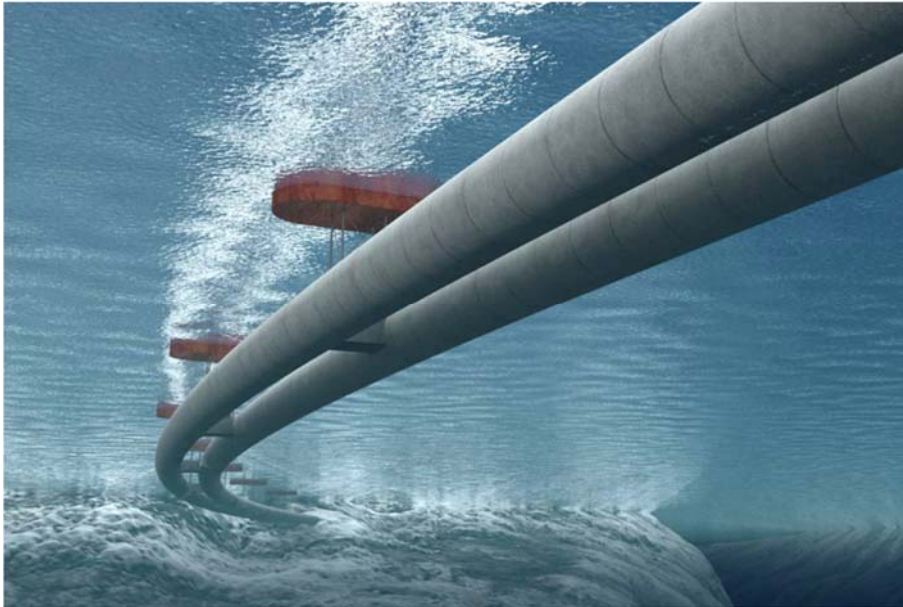


**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Civil**



**Ligação entre os aeroportos da Portela e do Montijo  
com recurso a estruturas flutuantes  
(Estudo de Viabilidade)**

**PEDRO JOSÉ REMIZ PEREIRA AFRICANO**  
(Licenciado em Engenharia Civil)

Projeto para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Civil na Área de  
Especialização em Vias de Comunicação e Transportes

Orientador:

Licenciado, Especialista Armando do Carmo Martins

Júri:

Presidente: Doutor Paulo José de Matos Martins

Vogais:

Licenciada, Especialista Luísa Maria C. F. Cardoso Teles Fortes

Licenciado, Especialista Armando do Carmo Martins

**DOCUMENTO DEFINITIVO**

**Março 2021**



## AGRADECIMENTOS

No final de um ciclo é a altura ideal para agradecer a todos os que contribuíram para que o meu percurso tenha sido profícuo. Aproveito ainda este espaço para expressar o meu profundo agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a concretização desta etapa.

Em primeiro lugar ao Professor Armando Martins, meu orientador científico, por toda disponibilidade e ajuda que me deu e pela confiança depositada em mim.

Uma palavra especial igualmente para a Professora Luísa Teles Fortes, pelo seu apoio e incentivo na retoma dos estudos do Mestrado.

Os meus agradecimentos são igualmente devidos a várias entidades, quer pela cedência de dados imprescindíveis para o estudo, quer pela disponibilidade manifestada, nomeadamente:

- Sr. Presidente da Camara Municipal do Montijo, Eng<sup>o</sup> Nuno Canta;
- Eng.<sup>a</sup> Ana Luísa Ferreira Diretora do Departamento de Gestão e Mobilidade da Câmara Municipal de Lisboa;
- Eng.<sup>o</sup> Paulo Simões assessor da Diretora do Departamento de Gestão e Mobilidade da Camara Municipal de Lisboa;
- Eng.<sup>a</sup> Manuela Patrício, Diretora do Departamento de Terminais Portuários e Logística do Porto de Lisboa e à sua equipe;
- Eng.<sup>o</sup> Rogério Gomes Diretor a Mobilidade e Material Circulante e Diretor da Engenharia e Manutenção na *Siemens Mobility*;
- Todos aqueles que embora não citados, pelas suas contribuições tornaram possível a realização do presente documento.

Finalmente, aos meus filhos, Pedro Bruno e Cláudia Elisabete pelo constante incentivo principalmente nas horas de maior dificuldade e à minha mãe Vitoria Clara, que me transmitiu os valores básicos da vida, nomeadamente a importância da família, a honestidade e a persistência.



## RESUMO

O presente documento enquadra-se no âmbito do Trabalho Final de Mestrado (TFM), o qual tem por objetivo a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil, na especialidade de Vias de Comunicação e Transportes.

Com o presente tema, “Ligação entre os Aeroportos da Portela e do Montijo” pretende-se avaliar a viabilidade de uma nova ligação entre estas duas infraestruturas aeroportuárias, envolvendo a utilização de estruturas flutuantes a instalar no rio Tejo.

Na referida infraestrutura será igualmente avaliada a sua utilização por veículos guiados, sem condutor, do tipo dos já existentes em exploração, nomeadamente nos aeroportos de *Orly* e *Charles de Gaulle* em Paris.

O tipo de veículos proposto, com uma lotação da ordem dos 50 a 60 passageiros por cabine possibilitará a formação de composições de maior ou menor dimensão, devidamente ajustada à procura ao longo dos diferentes períodos horários (ou sazonais), permitindo assim a racionalização dos custos, tanto em termos de energéticos como da sua manutenção.

O conceito proposto para esta nova ligação assenta num serviço direto entre as duas infraestruturas aeroportuárias, suportado na existência de 2 estações em cada uma das extremidades, sendo que cada uma destas deverá considerar plataformas distintas, para possibilitar a movimentação de passageiros em trânsito e igualmente a de outros utilizadores que apenas pretendam efetuar a ligação entre as duas estações.

Complementarmente pretende-se igualmente, numa ótica de expansão, avaliar um eventual prolongamento desta infraestrutura ao cais de embarque fluvial do Montijo, bem como da sua compatibilização com intenções de rearranjo da rede de transportes públicos por parte da Câmara Municipal de Lisboa.

Com a criação desta nova ligação, pretende-se também uma maior complementaridade entre as infraestruturas existentes, bem como reduzir a pressão sobre as infraestruturas rodoviárias existentes, em particular a ponte Vasco da Gama e correspondentes acessos, os quais atualmente já apresentam situações de congestionamento.

**PALAVRAS CHAVE:** Aeroporto do Montijo, Aeroporto da Portela, estruturas flutuantes, travessias do Tejo, tuneis submersos, comboio automático.



**ABSTRACT**

This document falls within the scope of the Final Master's Work (TFM), which aims to obtain a master's degree in Civil Engineering, in the specialty of Communication and Transport Routes.

With this theme, "Connection between Portela and Montijo Airports", we intend to evaluate the feasibility of a new connection between these two airport infrastructures, involving the use of floating structures to be installed on the Tagus River.

This infrastructure will also be evaluated for use by guided vehicles, without a driver, of the type already in operation, namely at the airports of Orly and Charles de Gaulle in Paris.

The type of vehicles proposed, with a capacity of 50 to 60 passengers per cabin, will enable the formation of larger or smaller trainsets, duly adjusted to the demand over the different hourly (or seasonal) periods, thus allowing the rationalization of costs, both in terms of energy sources and their maintenance.

The concept proposed for this new connection is based on a direct service between the two airport infrastructures, supported by the existence of 2 stations at each end, each of which must consider different platforms, to enable the movement of passengers in transit and also the other users who just want to connect between the two stations.

Complementarily, it is also intended, in an expansion perspective, to evaluate a possible extension of this infrastructure to the river loading dock of Montijo, as well as its compatibility with intentions of rearrangement of the public transport network by the Lisbon City Council.

With the creation of this new connection, it is also intended to provide greater complementarity between the existing infrastructures, as well as to reduce the pressure on the existing road infrastructures, in particular the Vasco da Gama Bridge and corresponding accesses, which currently already present congestion situations.

**KEY WORDS:**

Montijo Airport, Portela Airport, floating structures, Tagus crossings, submerged tunnels, automatic train.



---

**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVO .....	3
1.2	METODOLOGIA .....	4
1.3	ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	5
<b>2</b>	<b>ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ZONA EM ESTUDO.....</b>	<b>7</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	8
2.2	DEMOGRAFIA.....	10
2.3	ECONOMIA (PIB) .....	12
2.4	PATRIMÓNIO .....	13
2.5	GEOTECNIA .....	14
2.6	HIDROLOGIA E NAVEGABILIDADE NO ESTUÁRIO DO RIO TEJO.....	15
2.7	O ESTUÁRIO DO TEJO ENQUANTO FATOR DE DESENVOLVIMENTO .....	17
2.8	MOBILIDADE E TRANSPORTES .....	19
2.8.1	Redes e Operadores .....	19
2.8.2	Deslocações na AML .....	22
2.9	ASPETOS A RETER .....	24
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE NOVA TRAVESSIA .....</b>	<b>27</b>
3.1	O FUTURO AEROPORTO DO MONTIJO.....	28
3.2	REQUISITOS TÉCNICOS E FUNCIONAIS.....	30
3.3	ATRAVESSAMENTOS DO TEJO EM LISBOA .....	32
3.3.1	Antecedentes .....	32
3.3.2	A Terceira Travessia do TEJO em Lisboa (TTT) .....	35
3.4	TRAÇADO .....	39
3.4.1	Pressupostos para a definição da Solução de Traçado.....	39
3.4.2	Traçado em planta (Diretriz).....	40
3.4.3	Traçado em perfil longitudinal (Rasante) .....	46

---

3.4.4	Estações e terminais .....	48
<b>3.5</b>	<b>INFRAESTRUTURA .....</b>	<b>51</b>
3.5.1	Estruturas Flutuantes .....	51
3.5.2	Solução proposta para a Infraestrutura .....	61
3.5.3	Serviços afetados .....	68
<b>3.6</b>	<b>MATERIAL CIRCULANTE E SUPERESTRUTURA DE VIA.....</b>	<b>69</b>
3.6.1	Material Circulante .....	70
3.6.2	Superestrutura de Via .....	73
<b>3.7</b>	<b>SISTEMAS COMPLEMENTARES, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>75</b>
3.7.1	Sistemas complementares .....	75
3.7.2	Operação e Manutenção .....	77
<b>3.8</b>	<b>COMPATIBILIZAÇÃO COM A ATIVIDADE FLUVIAL.....</b>	<b>78</b>
<b>3.9</b>	<b>PRINCIPAIS IMPACTES DA NOVA TRAVESSIA .....</b>	<b>79</b>
<b>3.10</b>	<b>ESTIMATIVA DE CUSTO E PRAZOS DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>83</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>85</b>

## Anexos

Anexo I – Matrizes O/D na AML

Anexo II – Geometria de Flutuadores, Ligação entre Flutuadores, Pontes de Acesso, Sistemas de Ancoragem e Aberturas para a Navegação

Anexo III – Listagens de Cálculo (Diretriz e Rasante) da solução de traçado proposta

## Peças Desenhadas:

LAPAM-EV-001 – Planta e Perfil Longitudinal (Km 0+000 a Km 3+900)

LAPAM-EV-002 – Planta e Perfil Longitudinal (Km 3+900 a Km 7+750)

LAPAM-EV-003 – Planta e Perfil Longitudinal (Km 7+750 a Km 11+582)

LAPAM-EV-004 – Seções Tipo e Pormenores

---

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2-I – Evolução da População Residente (anos 2011, 2015 e 2018) [5].....	10
Quadro 2-II – Evolução do PIB (anos 2011, 2015 e 2018) [5].....	12
Quadro 2-III – Evolução do PPC (anos 2011, 2015 e 2018) [5].....	12
Quadro 2-IV – Repartição por tipologia, dos navios no estuário do Tejo (2019) [14].....	18
Quadro 2-V – Matriz origem / destino (resumo) [21].....	22
Quadro 2-VI – Matriz origem / destino (desagregada) [21].....	22
Quadro 3-I – Características das diretrizes estudadas (S1, S2, S3 e S4).....	41
Quadro 3-II – Sistemas de transporte automáticos (Exemplos) [41] .....	69
Quadro 3-III – Principais impactes decorrentes da Nova Travessia.....	79
Quadro 3-IV – Estimativa Orçamental ( $\times 10^3$ Euros) .....	81

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1-1 – Localização da Ponte 25 de Abril, entre Alcântara e Almada [1] .....	1
Figura 1-2 – Localização dos atravessamentos existentes actualmente no estuário do Tejo [1] adap. 2	
Figura 2-1 – Local da ligação proposta entre os aeroportos da Portela e do Montijo [1] adap. ....	7
Figura 2-2 – Área de Jurisdição da CCDR-LVT (Concelhos) [3] .....	8
Figura 2-3 – Concelhos da AML [3].....	8
Figura 2-4 – Variação da População residente na AML (2011 / 2018) [6].....	11
Figura 2-5 – Convento do Beato (Património Mundial) – Estado atual [7].....	13
Figura 2-6 – Casa e Ermida de Santo António [8] .....	13
Figura 2-7 – Perfil geológico Lisboa Montijo, carta 34 [9] .....	14
Figura 2-8 – Profundidade do rio Tejo na zona em estudo.....	15
Figura 2-9 – baixa-mar (margem norte) .....	16
Figura 2-10 – Terminais de Navios (Mercadorias) [13].....	17
Figura 2-11 – Autocarro da CCFL [15].....	19
Figura 2-12 – Autocarro da Barraqueiro [16].....	19
Figura 2-13 – Autocarro dos TST .....	19
Figura 2-14 – Autocarro da VIMECA [17].....	19
Figura 2-15 – Rede do Metropolitano de Lisboa [18].....	20
Figura 2-16 – Elétrico da CCFL [19].....	20
Figura 2-17 – Composição do Metropolitano de Lisboa .....	20
Figura 2-18 – Composição da Fertágus.....	20
Figura 2-19 – Composição da CP .....	20
Figura 2-20 – Rede Transtejo / Soflusa [20] .....	21
Figura 2-21 – Terminal fluvial do Montijo [1] .....	21
Figura 2-22 – Repartição de deslocações por modo de transporte na AML, dias úteis (2017) [22].....	23
Figura 3-1 – Localização do futuro aeroporto do Montijo [23].....	28
Figura 3-2 – Antevisão do futuro aeroporto do Montijo [23].....	28
Figura 3-3 – Aeronaves de companhias "low cost" [24].....	29
Figura 3-4 – Projecto do Eng.º Miguel Pais, em 1876 [25] .....	32
Figura 3-5 – Projeto da ligação Lisboa-Almada do Eng.º Seyrig em 1889 [25].....	32
Figura 3-6 – Nova proposta, de 1890, de uma ponte para travessia Beato-Montijo [25] .....	33
Figura 3-7 – Esboço apresentado pela empresa Cortez & Bruhns [25].....	33

Figura 3-8 – Projeto do Eng.º Duarte Pacheco 1934 [25].....	34
Figura 3-9 – Anúncio publico adjudicação de concessão Ponte entre Beato-Montijo [25].....	34
Figura 3-10 – Anúncio publico da apreciação de propostas [25].....	34
Figura 3-11 – Extrato de jornal sobre a construção da ponte sobre o Tejo [25].....	34
Figura 3-12 – Ponte 25 de Abril [27] .....	35
Figura 3-13 – Ponte Vasco da Gama [28].....	35
Figura 3-14 – Travessias analisadas no relatório do LNEC [28].....	36
Figura 3-15 – Secção Tipo (Solução Chelas-Barreiro [29] .....	36
Figura 3-16 – Alçado solução Chelas – Barreiro [28] .....	36
Figura 3-17 – Travessia Chelas-Barreiro [28] .....	37
Figura 3-18 – Secção Tipo em Ponte: Solução Beato-Montijo [28] .....	38
Figura 3-19 – Secção Tipo em Túnel: Solução Beato-Montijo [28] .....	38
Figura 3-20 – Pontos de amarração da Solução Beato-Montijo-Barreiro [28].....	38
Figura 3-21 – Soluções estudadas na margem norte (diretrizes S1, S2, S3 e S4).....	41
Figura 3-22 – Proposta de traçado para a futura ligação.....	43
Figura 3-23 – Enquadramento espacial da ligação proposta [1] adap. ....	43
Figura 3-24 – Proposta de traçado para a futura ligação (Zona de Lisboa) .....	44
Figura 3-25 – Av <sup>a</sup> . Marechal Gomes da Costa (Nascente / Poente) .....	44
Figura 3-26 – Av <sup>a</sup> . Marechal Gomes da Costa (Poente / Nascente) .....	44
Figura 3-27 – Av <sup>a</sup> . Infante D. Henrique / Cais da Matinha .....	44
Figura 3-28 – Secção na Av <sup>a</sup> . Marechal Gomes da Costa (Situação atual).....	45
Figura 3-29 – Secção na Av <sup>a</sup> . Marechal Gomes da Costa (Situação proposta).....	45
Figura 3-30 – Proposta de traçado para a futura ligação (Zona do rio Tejo) [1] adaptado.....	45
Figura 3-31 – Base Aérea e Terminal do Montijo [1] adaptado .....	46
Figura 3-32 – Perfil longitudinal para a nova ligação .....	46
Figura 3-33 – Estação / Terminal no Aeroporto da Portela.....	49
Figura 3-34 – Estação / Terminal no Aeroporto do Montijo .....	50
Figura 3-35 – Estação / Terminal no Aeroporto do Montijo (prolongamento ao Terminal Fluvial) .....	50
Figura 3-36 – Ponte do Rei Xerxes [30].....	52
Figura 3-37 – Ponte das Barcas, Porto [30].....	52
Figura 3-38 – Ponte flutuante SR520 [31].....	53
Figura 3-39 – Aeroporto internacional de Kansai (Japão) Osaka [31].....	53
Figura 3-40 – Ponte Danyang-Kunshan [31].....	53

Figura 3-41 – Projeto do Túnel submerso na Noruega [32].....	54
Figura 3-42 – Projeto ponte flutuante nas Maldivas [31].....	54
Figura 3-43 – Projeto ciclovia sustentavel flutuante Tamisa - Londres [33] .....	54
Figura 3-44 – Turbina eólica ao largo de Viana do Castelo, Portugal [34] .....	55
Figura 3-45 – Ponte com flutuador contínuo [30].....	56
Figura 3-46 – Ponte com flutuadores separados [30].....	56
Figura 3-47 – Esqueleto de aço de um flutuador [31].....	57
Figura 3-48 – Boia de amarração em poliuretano elastómetro [36].....	57
Figura 3-49 – Características da espuma de polietileno de célula fechada [31] .....	57
Figura 3-50 – Flutuador principal da ponte atirantada – pilar nascente.....	58
Figura 3-51 – Estrutura de Flutuador na zona em túnel .....	58
Figura 3-52 – Sistema de ancoragem .....	58
Figura 3-53 – Estacas de sucção [37].....	58
Figura 3-54 – Estacas torpedo [37].....	58
Figura 3-55 – Barco rebocador [39] .....	60
Figura 3-56 – Guindaste em plataforma [40].....	60
Figura 3-57 – Solução proposta para a infraestrutura (Planta e Perfil Longitudinal).....	61
Figura 3-58 – Viadutos norte .....	62
Figura 3-59 – Viadutos norte (Seção Transversal) .....	63
Figura 3-60 – Ponte (zona atirantada e zona apoiada) e transição Ponte / Túnel .....	63
Figura 3-61 – Ponte - Zona atirantada (Seção Transversal).....	64
Figura 3-62 – Ponte - Zona atirantada (Seção Transversal).....	64
Figura 3-63 – Ponte - Zona apoiada (Seção Transversal).....	65
Figura 3-64 – “Ilha” artificial (Planta e Cortes) .....	65
Figura 3-65 – Túnel, Zona de transição Túnel / Viadutos (Sul) e Plataforma.....	66
Figura 3-66 – Túnel (Seções Transversais).....	66
Figura 3-67 – Trincheira (Seção Transversal).....	67
Figura 3-68 – Viadutos (sul) (seção Transversal).....	67
Figura 3-69 – Zona à superfície (Seção Transversal).....	68
Figura 3-70 – Exemplo de Sistemas de transporte automático em operação [41].....	69
Figura 3-71 – Possibilidade de formação de composições a partir de unidades elementares [42].....	70
Figura 3-72 – Tipo de veículo proposto [42].....	70
Figura 3-73 – Veículo (dimensões exteriores) [41] .....	71

---

Figura 3-74 – Veículo (acesso) [41] .....	71
Figura 3-75 – Veículo (interior) [41].....	71
Figura 3-76 – Sistema de guiamento (Esquema / Corte) [41].....	72
Figura 3-77 – Sistema de guiamento [41] .....	72
Figura 3-78 – Arquitectura do sistema de guiamento [43] .....	72
Figura 3-79 – Sistema de guiamento / interface com o carril [43].....	72
Figura 3-80 – Laje de via em diferentes seções [41] .....	73
Figura 3-81 – Laje de via com sistema de guiamento e alimentação [41].....	73
Figura 3-82 – Laje de via (Pormenor Tipo) .....	73
Figura 3-83 – Aparelho de Mudança de Via [43] .....	73
Figura 3-84 – Aparelho de Mudança de Via (zona do motor) [43].....	73
Figura 3-85 – Aparelhos de Mudança de Via – Configurações [43] .....	74
Figura 3-86 – Construção da laje de via [43] .....	74
Figura 3-87 – Pormenor de Isolador [43] .....	74
Figura 3-88 – Sistema de Alimentação de Energia [43].....	75
Figura 3-89 – Posto de Comando Central [43].....	75
Figura 3-90 – Sistema de Bilhética / Smartphone [41].....	76
Figura 3-91 – Navegabilidade do Rio (Zona da Ponte).....	78
Figura 3-92 – Navegabilidade do Rio (Zona em túnel) .....	78
Figura 3-93 – Locais com influência direta na Rede de Transportes [44] adap. ....	80

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AML – Área Metropolitana de Lisboa

AMV – Aparelho de Mudança de Via

ANA – Aeroportos de Portugal

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

APL – Administração do Porto de Lisboa

AV – Alta Velocidade

CCDR LVT – Centro de Coordenação e Desenvolvimento Regional da Região de Lisboa e Vale do Tejo

CCFL – Companhia Carris de Ferro de Lisboa

CP – Comboios de Portugal

EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres

EU – União Europeia

FAP – Força Aérea Portuguesa

GRID – International Consulting Engineers SA

INE – Instituto Nacional de Estatística

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LOW COST – Companhias aéreas de baixo custo

ML – Metropolitano de Lisboa

NPRA – Norwegian Public Roads Administration

NUTS III – Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins estatísticos

PIB – Produto Interno Bruto

PMO – Parque de Material e Oficinas

PMR – Pessoas de Mobilidade Reduzida

PPC – Produto Interno *Per Capita*

RAVE – Rede Ferroviária de Alta Velocidade

TFM – Trabalho Final de Mestrado

TRANSTEJO – Transportes Tejo, S.A

TST – Transportes Sul do Tejo

TTT – Terceira Travessia do Tejo em Lisboa

UIC – União Internacional dos Caminhos-de-ferro

VA – Via Ascendente

VAL – Veículo Automático Ligeiro

VD – Via Descendente



## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos as fronteiras naturais têm tido um papel fundamental na evolução da espécie humana, nomeadamente em termos de defesa e proteção como sejam as zonas montanhosas, mas igualmente no estabelecimento de ligações de natureza comercial entre povos no caso dos rios.

A cidade de Lisboa, localizada no estuário do rio Tejo, teve e ainda mantém, elevados benefícios decorrentes da sua ligação ao rio. No entanto, nem tudo são vantagens e o rio constitui igualmente uma fronteira para as deslocações entre as populações residentes nas suas margens e que tenham necessidade de fazer a sua travessia.

A primeira ligação que permitiu a ligação física entre as duas margens ocorreu no ano de 1951 através da construção da ponte Marechal Carmona, localizada na proximidade da cidade de Vila Franca de Xira, permitindo a ligação física entre as duas margens, sendo que até aí, na zona de Lisboa, a travessia do Tejo era feita apenas com recurso a embarcações.

As características do estuário do Tejo, nomeadamente a sua largura, levaram a que, apesar da existência de muitos estudos, apenas em 1966 fosse colocada em serviço, após 4 anos de construção, uma nova ligação, na zona de Alcântara (Figura 1-1), concretamente a ponte Salazar que atualmente é designada por ponte 25 de Abril.

Trata-se de uma ponte com cerca de 2,3 km de extensão e 150 metros de altura, inicialmente aberta ao tráfego rodoviário, mas que decorrente do seu projeto inicial permitiu, a partir de 1999, a sua utilização igualmente pelo tráfego ferroviário.

Em consequência do aumento das necessidades de deslocações resultantes do incremento da pressão urbanística nas duas margens, em 1998 foi inaugurada a ponte Vasco da Gama, dedicada exclusivamente ao tráfego rodoviário.

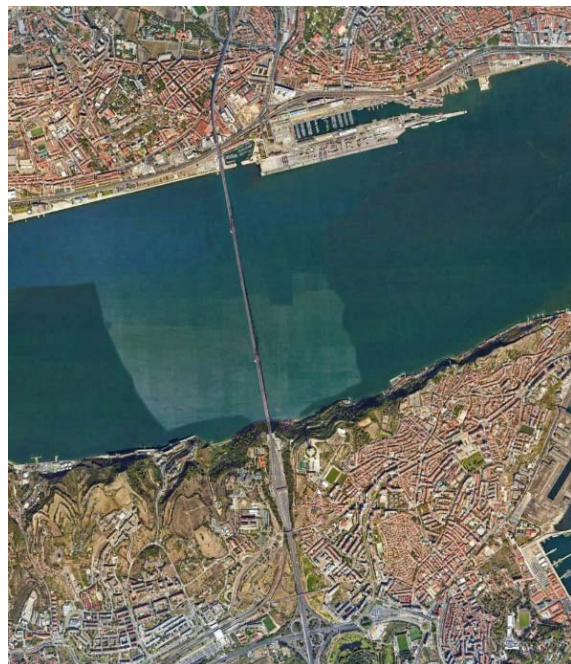


Figura 1-1 – Localização da Ponte 25 de Abril, entre Alcântara e Almada [1]

Esta nova ponte, com uma extensão aproximada de 12,5 km estabeleceu a ligação entre a zona de Moscavide / Expo na margem direita e Montijo na margem esquerda (Figura 1-2), permitindo, conjuntamente com a ponte 25 de Abril, o estabelecimento de ligações a importantes eixos viários, de que se destacam na margem norte a A1, IC17/A36 e A5 e na margem sul a IP7/A2, IP1/A12 e IC33.



Figura 1-2 – Localização dos atravessamentos existentes actualmente no estuário do Tejo [1] adap.

A intenção de instalar um novo aeroporto comercial no Montijo, na zona da atual Base Militar, introduziu um dado novo na estrutura territorial, com importantes consequências estratégicas para a Área Metropolitana de Lisboa (AML) e para o País, o que justificou a necessidade de reavaliação de vários instrumentos de planeamento territorial, nomeadamente ao nível dos estudos e projetos, envolvendo, entre outros, aspetos de natureza económica, logística e de capacidade das infraestruturas de transporte, tanto as existentes, como aquelas em que se antevê a necessidade da sua criação.

“Os maiores aeroportos portugueses, que atualmente são geridos pela empresa Aeroportos de Portugal (ANA), receberam 55,3 milhões de passageiros em 2018. Projeções realizadas antes da atual crise pandémica que afeta o País e o Mundo previam o início da operação do aeroporto do Montijo em 2022, com um volume de tráfego da ordem dos 4,5 milhões de passageiros por ano”. [2]

Pese a natural necessidade de rever as projeções realizadas antes da crise, a que acrescem fatores que poderão eventualmente condicionar, para já, a intenção de construir o novo aeroporto no Montijo, considera-se de todo o interesse a apresentação de uma proposta para

o estabelecimento de uma nova ligação entre estas duas infraestruturas aeroportuárias, ou seja entre o atual aeroporto da Portela e o potencial aeroporto do Montijo.

Esta nova ligação não só deverá assegurar as deslocações dos passageiros em trânsito, como é igualmente desejável que permitam o acesso do público em geral, contribuindo assim não só aumentar a capacidade da oferta de transporte, como igualmente aliviar as infraestruturas existentes, em concreto as pontes 25 de Abril e Vasco da Gama e ainda as ligações fluviais entre as duas margens.

## **1.1 OBJETIVO**

No âmbito do presente TFM pretende-se avaliar a possibilidade do estabelecimento de uma nova ligação entre o atual aeroporto da Portela<sup>1</sup> e o futuro aeroporto do Montijo, a instalar nos terrenos atualmente ocupados pela Base Aérea número 6 da Força Aérea Portuguesa (FAP). Para suportar o estabelecimento da ligação proposta, foi desenvolvido um Estudo de Viabilidade, em relação ao qual foram estabelecidos os seguintes objetivos em termos de:

### **A). Traçado**

- Definição de solução(ões) de traçado (planimetria e altimetria) que permita(m) a ligação entre o aeroporto da Portela e o aeroporto do Montijo.

### **B). Infraestrutura**

- Avaliar a possibilidade de utilização de estruturas flutuantes na zona do estuário do rio Tejo.

### **C). Material Circulante e Superestrutura de Via**

- Avaliar a possibilidade de utilização de veículos ligeiros, automáticos, com capacidade de formação modular de composições, devidamente ajustadas à procura, bem como da superestrutura de via que lhe está associada.

### **D). Sistemas Complementares, Operação e Manutenção**

- Avaliar os diferentes sistemas complementares (energia de tração, sinalização e telecomunicações, informação ao público e bilhética), bem como aspetos relacionados

---

<sup>1</sup> Também conhecido por Aeroporto de Lisboa ou Aeroporto General Humberto Delgado

com a operação e manutenção envolvendo a totalidade do sistema (infraestrutura, material circulante e sistemas complementares).

#### **E). Impactes**

- Avaliar os impactes (positivos e negativos) decorrentes da nova ligação.

#### **F). Custos e Prazos**

- Obter, com o grau de incerteza associado a um Estudo de Viabilidade, os custos e prazos expectáveis para a ligação proposta.

### **1.2 METODOLOGIA**

A metodologia adotada, para se atingirem os objetivos propostos, pode ser sintetizada conforme se indica em seguida:

a) Pesquisa bibliográfica:

b) Análise de documentação para caracterização da zona em estudo, em particular relativamente a:

- Caracterização Geográfica;
- Demografia;
- Economia (PIB);
- Património;
- Geotecnia;
- Hidrologia e navegabilidade do estuário do Tejo;
- O estuário do Tejo enquanto fator de desenvolvimento;
- Mobilidade e transportes.

c) Análise de documentação de natureza técnica para sustentação da solução, nomeadamente em termos de:

- Estudos e projetos de atravessamento existentes e previstos;
- Estudo de projetos de estruturas flutuantes já implementadas e em projeto;
- Custos de construção de empreendimentos similares.

d) Estabelecimento de contactos com diversas entidades, visando a recolha de informação atualizada sobre tema e obter indicativos das necessidades de cada entidade, nomeadamente:

- Ministério dos Transportes;
- Camara Municipal de Lisboa;
- Camara Municipal do Montijo;
- Metropolitano de Lisboa;
- Metro da margem sul;
- Companhias de transporte aéreas, Nacionais e Internacionais que poderão operar no futuro aeroporto;
- Fabricantes de material circulante;
- Administração do Porto de Lisboa (APL).

e) Realização de reuniões cm várias entidades, em modo presencial ou por videoconferência;

f) Análise da batimetria do rio Tejo, com base na informação apresentada na Carta Eletrónica de Navegação, disponível no Instituto Hidrográfico e definição das soluções de traçado com recurso a *software* de cálculo automático específico para vias de comunicação;

g) Realização de medições e levantamentos de campo, em particular na Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa, para avaliação das alterações necessárias para a implementação da solução preconizada.

### **1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO**

O presente documento é constituído por 4 capítulos, cujo conteúdo se sintetiza em seguida:

- Capítulo 1 – Introdução

São apresentados os objetivos do trabalho, a metodologia a utilizar para a concretização do mesmo, bem como a estrutura do documento.

- Capítulo 2 – Enquadramento e caracterização da zona em estudo

Procede-se à caracterização da zona em estudo através de vários indicadores, concretamente de natureza geográfica, demografia, economia (PIB), património, geotecnia, hidrologia e navegabilidade do estuário do rio Tejo, o estuário do Tejo

enquanto fator de desenvolvimento e ainda no âmbito da mobilidade e transportes em particular no tocante às Redes e Operadores na Área Metropolitana de Lisboa e ainda na caracterização das deslocações.

No final do capítulo é feita uma síntese dos aspetos a reter para efeitos do desenvolvimento da proposta de ligação entre o aeroporto da Portela e o futuro aeroporto do Montijo.

- Capítulo 3 – Proposta de nova Travessia

No início deste capítulo é feita uma apresentação sumária do futuro aeroporto do Montijo seguindo-se a definição dos requisitos técnicos e funcionais que devem suportar a proposta para a nova travessia, sendo igualmente apresentada uma cronologia sobre os atravessamentos do Tejo em Lisboa.

Após a definição do traçado, em planta e em perfil longitudinal, bem como das estações e terminais é abordada a matéria sobre a infraestrutura de suporte à ligação pretendida, sendo que a proposta de solução é antecedida de uma resenha histórica sobre a utilização de estruturas flutuantes.

Neste capítulo são igualmente tratadas as matérias relativas ao material circulante e superestrutura de Via, bem como em relação a sistemas complementares (energia de tração, sinalização e telecomunicações, sinalética e bilhética) e ainda no que concerne à temática da operação e manutenção.

No final do capítulo, para além de uma análise da compatibilidade da solução proposta com a atividade fluvial no estuário e da apresentação dos principais impactes na nova travessia é ainda apresentada uma estimativa de custo bem como indicado um período expectável para a sua concretização.

- Capítulo 4 – Conclusões

Apresentadas as principais conclusões do estudo bem como sugeridos desenvolvimentos futuros do mesmo.

## 2 ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ZONA EM ESTUDO

A zona de intervenção associada ao presente estudo para uma potencial ligação entre o atual aeroporto da Portela, situado maioritariamente na freguesia dos Olivais, em Lisboa e o futuro aeroporto do Montijo, com localização prevista para a margem esquerda do rio Tejo, no Concelho do Montijo, onde atualmente se encontra instalada a Base Aérea n.º 6 da FAP (Figura 2-1), envolve de uma forma direta a zona oriental de Lisboa, o município do Montijo e o estuário do rio Tejo entre estas duas zonas, mas igualmente o território confinante, como seja a restantes área da cidade de Lisboa e os municípios que integram a Região de Lisboa e vale do Tejo e a Área Metropolitana de Lisboa (AML).

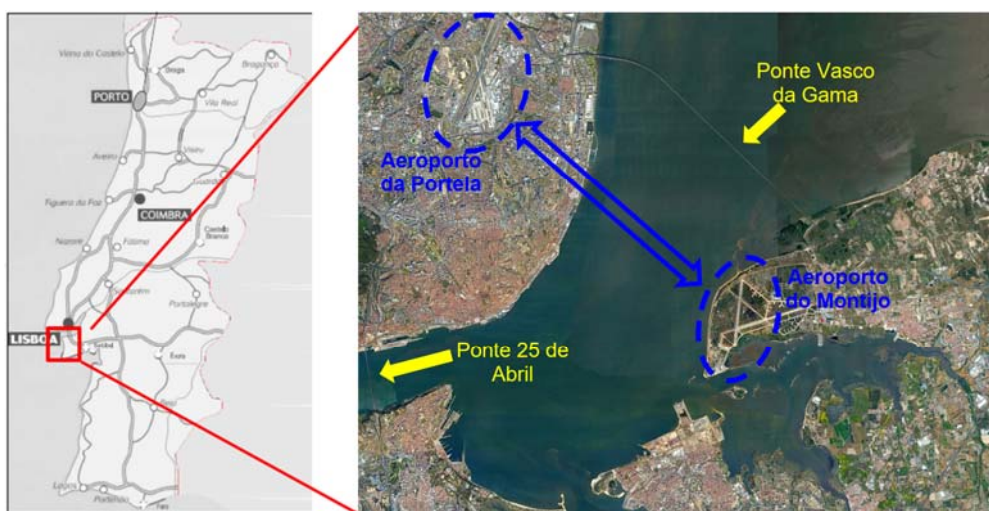


Figura 2-1 – Local da ligação proposta entre os aeroportos da Portela e do Montijo [1] adap.

Assim, com o objetivo de proceder à caracterização da região associada à zona em estudo e ajustar, o mais possível a solução preconizada para a nova ligação, procedeu-se à recolha e análise de informação no âmbito das seguintes vertentes:

- Caracterização Geográfica;
- Demografia;
- Economia (PIB);
- Património;
- Geotecnia;
- Hidrologia e navegabilidade do estuário do Tejo;
- O estuário do Tejo enquanto fator de desenvolvimento;
- Mobilidade e transportes.

## 2.1 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Em termos geográficos e administrativos esta região insere-se nas seguintes áreas:

- Região de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT) (Figura 2-2);
- Área Metropolitana de Lisboa (AML) (Figura 2-3).



Figura 2-2 – Área de Jurisdição da CCDR-LVT (Concelhos) [3]



Figura 2-3 – Concelhos da AML [3]

A região de Lisboa e Vale do Tejo, onde a AML está inserida abrange um total de 52 concelhos e 534 freguesias, distribuídas por 4 Unidades Territoriais (NUTS III):

- Área Metropolitana de Lisboa;
- Oeste;
- Médio Tejo;
- Lezíria do Tejo.

Por sua vez, em termos administrativos, a AML com um total de 18 concelhos, consagra a seguinte partição:

- AML Norte, a que estão afetos 9 concelhos, concretamente:
  - Amadora, Cascais, Lisboa, Loures, Mafra, Odivelas, Oeiras, Sintra e Vila Franca de Xira.
- AML Sul, a que estão afetos os outros 9 concelhos, ou seja:
  - Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal.

O estuário do Tejo, embora em termos físicos seja uma fronteira natural constitui igualmente o elemento reunificador destas duas componentes da AML, sendo que ao longo dos tempos o mesmo tem funcionado como um elemento de ligação e desenvolvimento conjunto, um vez que é através deste espaço que se realizam a maioria das ligações não só entre concelhos ribeirinhos, mas igualmente entre outros mais afastadas e inclusive com zonas fora do território continental, como é o caso das ligações terrestres a Espanha e a partir desta a outras zonas da Europa.

“Em termos naturais esta unidade constitui uma área de importância estratégica ao nível metropolitano e nacional, com condições para o desenvolvimento de atividades económicas e de recreio e lazer, constituindo-se como um elemento aglutinador e estruturador da AML”.

[4]

## 2.2 DEMOGRAFIA

O território metropolitano da zona de Lisboa tem-se caracterizado por uma grande heterogeneidade do ponto de vista sociodemográfico a qual pode ser constatada através de informação recolhida junto do Instituto Nacional de Estatística (INE).

Considerando os dados do Censo de 2018, e conforme se pode observar no Quadro 2-1 residiam na Área Metropolitana de Lisboa 2 846 332 habitantes sendo que estes representavam cerca de 27.7% relativamente à população portuguesa (10 276 617).

Quadro 2-1 – Evolução da População Residente (anos 2011, 2015 e 2018) [5]

	Concelhos	2011	2015	Δ 2011/2015	2018	Δ 2015/2018	Δ 2011/2018
Margem Norte	Amadora	175 738	176 644	0.5%	181 724	2.9%	3.4%
	Cascais	207 024	210 361	1.6%	212 474	1.0%	2.6%
	Lisboa	542 440	504 471	-7.0%	507 220	0.5%	-6.5%
	Loures	201 442	205 870	2.2%	211 359	2.7%	4.9%
	Mafra	78 233	81 961	4.8%	84 008	2.5%	7.4%
	Odivelas	147 563	154 462	4.7%	159 602	3.3%	8.2%
	Oeiras	172 764	173 339	0.3%	176 218	1.7%	2.0%
	Sintra	379 786	382 521	0.7%	388 434	1.5%	2.3%
	V. F. de Xira	138 142	140 614	1.8%	141 603	0.7%	2.5%
<b>SOMA</b>	<b>2 043 132</b>	<b>2 030 243</b>	<b>-0.6%</b>	<b>2 062 642</b>	<b>1.6%</b>	<b>1.0%</b>	
Margem Sul	Alcochete	17 916	18 807	5.0%	19 505	3.7%	8.9%
	Almada	173 574	169 689	-2.2%	168 987	-0.4%	-2.6%
	Barreiro	78 574	76 433	-2.7%	75 419	-1.3%	-4.0%
	Moita	66 125	65 104	-1.5%	64 526	-0.9%	-2.4%
	Montijo	52 347	55 153	5.4%	56 887	3.1%	8.7%
	Palmela	63 412	64 110	1.1%	64 214	0.2%	1.3%
	Seixal	160 237	164 625	2.7%	166 835	1.3%	4.1%
	Sesimbra	49 969	50 734	1.5%	51 559	1.6%	3.2%
	Setúbal	120 864	117 780	-2.6%	115 758	-1.7%	-4.2%
	<b>SOMA</b>	<b>783 018</b>	<b>782 435</b>	<b>-0.1%</b>	<b>783 690</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.1%</b>
Portugal	10 542 398	10 341 330	-1.9%	10 276 617	-0.6%	-2.5%	
Continente	10 030 968	9 839 140	-1.9%	9 779 826	-0.6%	-2.5%	
AML	2 827 050	2 812 678	-0.5%	2 846 332	1.2%	0.7%	

Da análise do quadro anterior é ainda possível retirar as seguintes conclusões:

- No período entre 2011 e 2015, a AML teve uma redução populacional de 0.5%, valor substancialmente inferior à redução de 1.9% verificada para a totalidade de Portugal. Entre 2015 e 2018 verifica-se uma recuperação (1.2%) em oposição ao declínio, embora menor verificado no País, o que faz com que para o período mais alargado entre 2011 e 2018, o crescimento populacional da AML se traduza em 0.7% e do País num decréscimo de -2.5%;
- Entre 2011 e 2015, a margem norte teve um decréscimo de 0.6%, superior ao decréscimo de 0.1% que se verificou na margem sul, sendo que na margem norte a maior descida (e única) se verifica no concelho de Lisboa e na margem sul o maior acréscimo se verifica nos concelhos de Alcochete e Montijo com 5.0% e 5.4% respetivamente. Para o período entre 2015 e 2018, na margem norte o concelho de

Lisboa passou de um valor negativo para positivo, embora ligeiro (0.50%), não se observando decréscimos populacionais em qualquer dos concelhos desta margem. Em contrapartida, na margem sul, para este mesmo período, os principais decréscimos ocorrem nos concelhos do Barreiro e Setúbal (-1.3% e -1.7%);

- Considerando o período mais alargado (2011 a 2018), na margem norte, os maiores crescimentos correspondem aos concelhos de Odivelas (3.3%), Amadora (2.9%) e Mafra (2.5%), sendo que por outro lado ao concelho de Lisboa corresponde um decréscimo de 6.5%;
- Para o mesmo período e no tocante à margem sul, as maiores taxas de crescimento estão associadas aos concelhos de Alcochete (8.9%), Montijo (8.37%) Sesimbra (3.2%) e Seixal (4.1%), sendo que do lado das taxas negativas as maiores correspondem aos concelhos de Setúbal (-4.2%), Barreiro (-4.0%), Almada (-2.6%) e Moita (-2.4%).

Na Figura 2-4 é possível observar, por concelho, a variação da população da AML para o período 2011 a 2018.

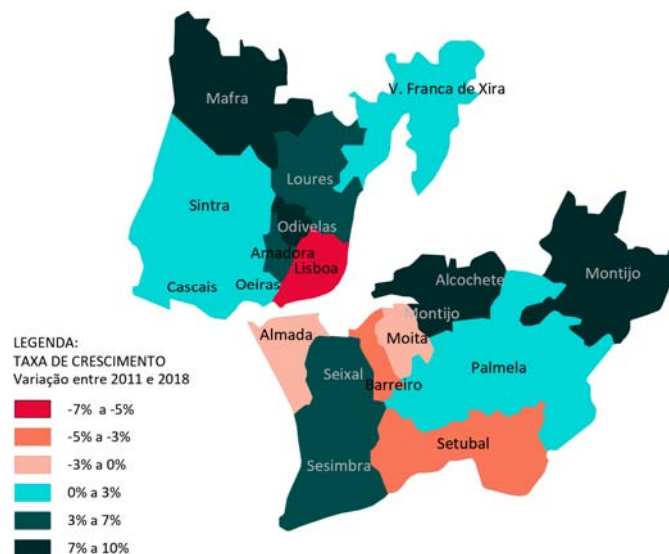


Figura 2-4 – Variação da População residente na AML (2011 / 2018) [6]

As razões que levaram a estas movimentações populacionais são várias, podendo apontar-se o aumento do preço da habitação (compra e aluguer) nos núcleos urbanos, fruto em parte do crescimento do sector do turismo, mas igualmente em resultado de melhoria de acessibilidades, como sejam por exemplo o caso da A5 que mobiliza o crescimento dos municípios de Oeiras e Cascais e da Ponte Vasco da Gama que influencia diretamente o crescimento dos municípios de Alcochete e do Montijo, zonas onde o custo da habitação é relativamente inferior.

## 2.3 ECONOMIA (PIB)

Tomando por base informação estatística disponibilizada pelo INE para os anos 2011, 2015 e 2018 (Quadro 2-II), na AML concentra-se cerca de 27% da população portuguesa (26.8% em 2011, 27.2% em 2015 e 27.7% em 2018), sendo que relativamente à sua contribuição para o PIB, a mesma não é proporcional, mas sim superior, com valores que rondam os 36% (37.6% em 2011, 36.4% em 2015 e 36.0% em 2018).

Quadro 2-II – Evolução do PIB (anos 2011, 2015 e 2018) [5]

Local de Residência (NUTS - 2013)	População 2011	População 2015	População 2018	PIB (x10 <sup>3</sup> Euros) (2011)	PIB (x10 <sup>3</sup> Euros) (2015)	PIB (x10 <sup>3</sup> Euros) (2018)	Var PIB 2011-2015	Var PIB 2015-2018	Var PIB 2011-2018
<b>AML</b>	2 827 050	2 812 678	2 846 332	66 140	65 344	73 334	-1.2%	12.2%	10.9%
<b>Portugal</b>	10 542 398	10 341 330	10 276 617	176 096	179 713	203 896	2.1%	13.5%	15.8%
%AML	26.8%	27.2%	27.7%	37.6%	36.4%	36.0%			

Esta realidade conduz assim a que em termos do PIB *per capita* (PPC) (Quadro 2-III), também a AML se destaca sendo que em 2018, o seu valor foi de 25.76 milhares de euros, sendo que o valor nacional se situou nos 19.84 milhares de euros

Quadro 2-III – Evolução do PPC (anos 2011, 2015 e 2018) [5]

Local de Residência (NUTS - 2013)	PPC (x10 <sup>3</sup> Euros) 2011	PPC (x10 <sup>3</sup> Euros) 2015	PPC (x10 <sup>3</sup> Euros) 2018	PPC (x10 <sup>3</sup> Euros) (2011-2015)	PPC (x10 <sup>3</sup> Euros) (2015-2018)	PPC (x10 <sup>3</sup> Euros) (2011-2018)
<b>AML</b>	23.40	23.23	25.76	-0.7%	10.9%	10.1%
<b>Portugal</b>	16.70	17.38	19.84	4.0%	14.2%	18.8%

Deve ainda ser realçado o facto de a variação negativa (-0.7%) para a AML, ocorrida no período de 2011/2015, período a que correspondeu maioritariamente a crise que conduziu ao pedido de assistência financeira por parte do estado português, ser substancialmente inferior ao decréscimo populacional (-1.9%), sendo que considerando o período 2011 a 2018 ao acréscimo populacional de 0.7% corresponde um acréscimo bastante superior em termos de PPC (10.1%).

Em síntese, a AML constitui um forte núcleo económico do país onde se concentra uma parte significativa da riqueza nacional, com uma forte componente na área dos serviços, área em que as comunicações assumem um papel muito importante.

## 2.4 PATRIMÓNIO

A zona onde se pretende avaliar a possibilidade de instalação da nova infraestrutura constitui uma área com alguma sensibilidade patrimonial, nomeadamente no concelho de Lisboa, onde o cariz social está profundamente enraizado, cuja riqueza histórica se encontra representada em diversos locais, como sejam vilas e pátios.

Para além destes locais, identificam-se igualmente património arquitetónico importante, como sejam: Convento do Beato (Figura 2-5) ou Convento de S. Bento de Xabregas, Palácio de Xabregas, Palácio dos Marqueses de Olhão ou Palácio dos Melos, Igreja e antigo Convento do Grilo.

“Ao longo dos anos, vários destes locais foram sofrendo alterações profundas, em alguns casos com efeitos irreversíveis, seja por abandono dos proprietários, o que leva a um estado de degradação patente em muitos dos locais e posterior ruína, seja pelo facto de se adaptar os espaços às novas realidades e usos, levando a uma descaracterização por completo da sua matriz estética funcional original”. [7]



Figura 2-5 – Convento do Beato (Património Mundial) – Estado atual [7]



Figura 2-6 – Casa e Ermida de Santo António [8]

Relativamente à zona do Montijo é de destacar a Casa e Ermida de Santo António – Quinta Pátio d'Água (Figura 2-6), conjunto edificado no século XVI.

“Da construção original da casa, hoje em dia poucos vestígios existem, uma vez que ela se enquadra no chamado estilo da casa portuguesa resultante do projeto reconstrutivo da autoria do arquiteto Pardal Monteiro, datado de 1919, mas só levada à prática na década de quarenta do século passado pelo seu último proprietário o Comandante Santos Fernandes, tendo posteriormente a autarquia, ao abrigo da sua política de preservação do património concelhio, assumido não só a sua conservação, mas pugnando igualmente pelo seu enriquecimento e valorização”. [8]

## 2.5 GEOTECNIA

A AML faz parte da Orla Mesocenozóica Ocidental e é caracterizada pela alternância de rochas de diferentes litologias e idades geológicas, afetada por falhas e alguns dobramentos importantes, como é o caso da região do estuário do Tejo, na seção entre Lisboa e o Montijo, conforme se pode observar Figura 2-7.

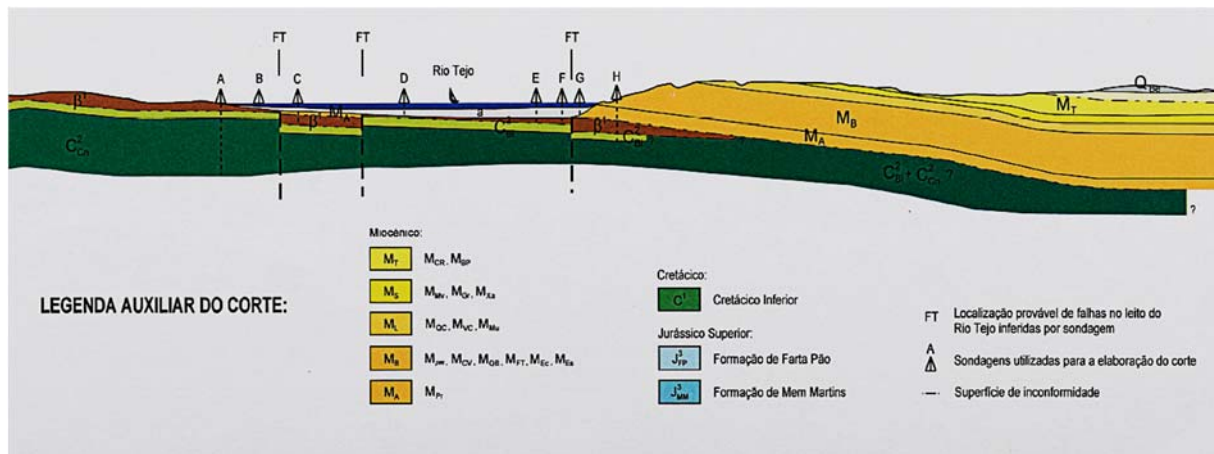


Figura 2-7 – Perfil geológico Lisboa Montijo, carta 34 [9]

“Toda a região, com uma sismicidade elevada, é afetada por uma tectónica que lhe confere um relevo vigoroso e uma litoestratigrafia diversificada, testemunho de uma história geológica e ambiental muito diversificada, caracterizada por ambientes marinhos de pequena profundidade e recifais durante o início do Cretácico Superior (~95 Ma), vulcanismo basáltico subaéreo, ainda também, no Cretácico superior (~72 Ma), ambientes continentais fluviais e lacustres no Paleogénico (entre 30 a 40 Ma) e ambientes marinhos costeiros de baixa profundidade, lagunares, fluviais e continentais durante o Neogénico (entre 7 a 20 Ma)”. [10]

“Na margem Sul ocorrem formações arenosas chamadas Areias da Formação de Santa Marta. Nas encostas limítrofes, abrange também depósitos de terraços fluviais. Na área do Estuário do Tejo junto à Cala do Montijo, os fundos são constituídos por uma sequência de lodos e areias de vários diâmetros, intersetadas por algumas camadas de argilas e seixos”. [11]

Tendo presente que na área em estudo dos solos apresentam características de natureza lodosa e arenosa, as soluções a projetar no âmbito das fundações de estruturas deverá assentar em fundações indirectas e/ou semidirectas.

## 2.6 HIDROLOGIA E NAVEGABILIDADE NO ESTUÁRIO DO RIO TEJO

O estuário do Tejo, com uma área aproximada de 142 Km<sup>2</sup>, estendendo-se por Alcochete, Benavente e Vila Franca de Xira. O seu canal de navegação, em leito aluvionar, tem uma largura balizada entre 40 e 60 metros, com profundidades variáveis (entre os 2 e os 20 metros).

Para a ligação proposta, o atravessamento da zona do rio terá que ter em conta não só a largura a vencer mas igualmente a sua profundidade, a qual, como pode ser observado na Figura 2-8, obtida por modelação a partir dos dados da Carta Eletrónica de Navegação Oficial, disponíveis na página eletrónica do Instituto Hidrográfico.

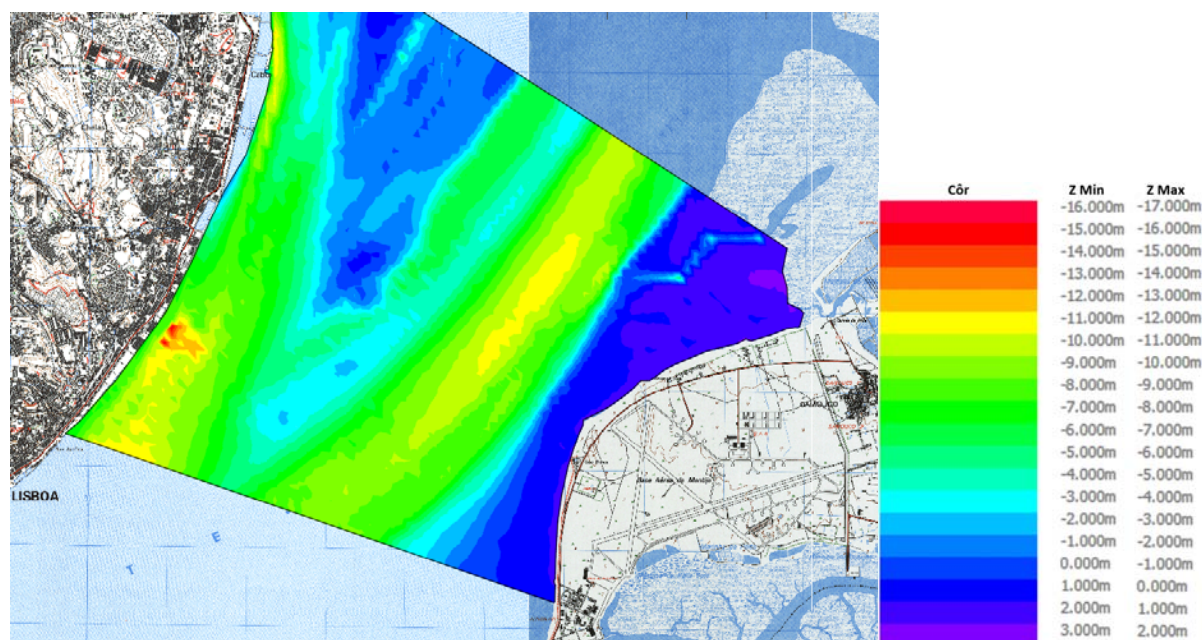


Figura 2-8 – Profundidade do rio Tejo na zona em estudo

Da análise da figura é possível constatar não só a heterogeneidade da zona, mas identificar claramente a existência de 2 canais de navegação, um junto à margem norte e o outro sensivelmente a um terço da distância relativamente à margem sul, fatores que terão que ser tidos em conta na definição da solução ao nível da infraestrutura para continuar a assegurar a navegabilidade do rio nesta zona.

Para além da distância e da profundidade já abordadas anteriormente, também as marés assumem um fator importante perante qualquer intervenção que se venha a pretender levar a cabo.

Com efeito, “no estuário do Tejo a maré é um fator muito importante, dado que o volume médio de maré ( $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) é significativo face ao volume de água abaixo do nível inferior da maré ( $1.900 \times 10^6 \text{ m}^3$ ). Este estuário corresponde a um estuário do tipo positivo, sendo também caracterizado como um estuário parcialmente estratificado.” [12]

O caudal médio anual do rio Tejo é de cerca de  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , estando, como a maioria dos rios sujeito a variações mensais bem como a situações excepcionais de cheias em que já foram registados caudais da ordem dos  $14000 \text{ m}^3/\text{s}$ . [12].

O regime de marés é do tipo semidiurno, sendo os tempos de enchente mais longos do que os de vazante. A amplitude da maré, medida na margem norte, é crescente desde a foz até Alverca, onde chega a atingir o máximo de aproximadamente 4,8 m, decrescendo depois até se anular na região de Muge, a cerca de 80 Km da embocadura. A amplitude média de maré é de 3.3m (preia-mar), apresentando como valor mínimo 1.0m (baixa-mar) (Figura 2-9).

A amplitude de maré observada e as características geomorfológicas da sua foz, tanto a montante como a jusante, permitem incluir o estuário do Tejo na classe dos estuários mesotidais (alturas de marés entre 2 e 4 metros).



Figura 2-9 – baixa-mar (margem norte)

## 2.7 O ESTUÁRIO DO TEJO ENQUANTO FATOR DE DESENVOLVIMENTO

O estuário do Tejo assume um papel relevante não só na comunicação entre margens, possibilitando que diariamente, grande número de habitantes da região concretize as suas deslocações, mas igualmente assegura a movimentação de mercadorias através dos diversos terminais que nele se encontram instalados.

Para além das condicionantes impostas pela profundidade dos canais, existem igualmente outras, como é o caso do tabuleiro da ponte 25 de Abril que condicionam a movimentação de navios, nomeadamente em termos de dimensões (altura e calado), pelo que se torna imprescindível que eventuais utilizações do mesmo espaço por outras infraestruturas não coloquem em causa a navegabilidade do rio, sob pena de se afetarem de forma negativa as atividades que desta dependem.

Além das atividades de movimentação de carga prestadas nos diversos terminais (Figura 2-10), também por vezes existem outros tipos de operação na zona, navios fundeados a aguardar cais disponível, navios a fazer operações de carga/descarga de granéis no meio do rio, bem como movimentações associadas ao transporte de passageiros (Sul e Sueste, Cais do Sodré e Belém na margem direita e Montijo, Barreiro, Seixal, Cacilhas, Porto Brandão e Trafaria na margem esquerda) e ainda as inerentes a atividades de lazer.



### LEGENDA

9 – Terminal de Cruzeiros de Santa Apolónia – APL, SA  
10 – Terminal Multipurpose de Lisboa - TRANSINSULAR  
11 – Terminal de Contentores de Santa Apolónia - SOTAGUS  
12 – Terminal Multiusos do Beato - TMB

13 – Terminal Granéis Alimentares de Palença - TAGOL  
14 – Terminal Multiusos do Poço do Bispo  
25 – Terminal do Barreiro ATLANPORT  
26 – Terminal de Líquidos do Barreiro – LBC TANQUIPORT

Figura 2-10 – Terminais de Navios (Mercadorias) [13]

Em 2019, o estuário do Tejo, à semelhança de anos anteriores recebeu um grande número de navios repartidos por um vasto leque de tipologias (Quadro 2-IV).

Cruzando as tipologias com os portos de acostagem, consta-se que na seção Beato / Montijo, se movimenta cerca de 75% do tráfego associado aos navios de transporte de mercadorias e serviços, o que indicia uma elevada atividade económica nesta zona.

Quadro 2-IV – Repartição por tipologia, dos navios no estuário do Tejo (2019) [14]

Tipo Navios	Share
Porta-contentores	27,1%
Carga Geral single deck	12,2%
Tanque não discriminado	11,6%
CRUZEIROS	9,4%
Graneleiro	7,7%
Tanque Químico	7,1%
Tanque Petrolero	6,0%
Carga Geral multi deck	4,4%
Misto - Carga geral / Contentores	4,0%
Rebocador	2,2%
Guerra	1,9%
Tanque Gás Liquefeito	1,8%
Ro-Ro/Contentores	0,9%
Passageiros não discriminado	0,6%
EMBARCAÇÃO DE RECREIO	0,5%
Ro-Ro não discriminado	0,4%
Draga	0,4%
Frigorífico	0,4%
Investigação / Exploração	0,3%
Batelão sem propulsão de convés	0,1%
Transporte de Veículos	0,1%
Submersíveis / Plataformas / Estruturas Diversas	0,1%
Não Discriminado	0,1%
EMBARCAÇÕES DE PESCA	0,1%
Transporte Especializado não discriminado	0,1%
Sondagem / Exploração ao largo	0,1%
Abastecedor ao largo	0,1%
Ro-Ro/Passageiros	0,1%
Graneleiro Químico	0,03%
Graneleiro / Petrolero	0,03%
Batelão sem propulsão de carga seca n.d.	0,03%
Batelão sem propulsão porta barcaças	0,03%
Grand Total	100,0%

Embora só uma parte destes navios transitem na zona de influência da ligação proposta no presente documento, considera-se que as condições atuais não devem ser prejudicadas, permitindo assim, não só dar continuidade à atividade económica que lhe está subjacente e se possível assegurar a sua melhoria.

## 2.8 MOBILIDADE E TRANSPORTES

Atualmente na AML, existe um conjunto significativo de operadores de transportes que exercem a sua atividade nos sectores rodoviário, ferroviário e fluvial.

### 2.8.1 Redes e Operadores

#### Sector Rodoviário

Envolvendo um total de 1270 serviços, cobrindo os 18 concelhos da AML, são vários os operadores rodoviários que têm concessões na AML, destacando-se os seguintes:

- CCFL - Companhia Carris de Ferro de Lisboa, explorando no essencial a rede estabelecida para a zona urbana da cidade de Lisboa (Figura 2-11);
- Grupo Barraqueiro (Barraqueiro Oeste, Rodoviária de Lisboa, Boa Viagem, Estremadura, Mafrense e Ribatejana), tem a seu cargo a principalmente a rede da zona norte da cidade de Lisboa (Figura 2-12);
- Scotturb, com responsabilidades na rede instalada nas zonas de Cascais, Sintra e Oeiras;
- TST - Transportes Sul Tejo, com incidência em especial na rede da margem sul; (Figura 2-13);
- Vimeca que exerce a sua atividade principalmente na rede que contempla as zonas da Amadora, Queluz, Cacém e Oeiras. (Figura 2-14).



Figura 2-11 – Autocarro da CCFL [15]



Figura 2-12 – Autocarro da Barraqueiro [16]



Figura 2-13 – Autocarro dos TST



Figura 2-14 – Autocarro da VIMECA [17]

## Sector Ferroviário

No sector ferroviário, são 4 os operadores, sendo da sua incumbência a exploração das seguintes concessões:

- CCFL: Rede de elétricos com diversos serviços<sup>2</sup> cuja área de atuação se restringe à zona urbana da cidade. (Figura 2-16)
- ML - Metropolitano de Lisboa: Rede com quatro linhas<sup>3</sup> (Figura 2-15), ligando diversos pontos da capital e periferia (Figura 2-17).
- Fertágus: entre Lisboa e Coima/Setúbal (Figura 2-18);
- CP – Comboios de Portugal: Várias linhas de carácter urbano e suburbano<sup>4</sup> (Figura 2-19), ligando os seguintes pontos:
  - Cais do Sobré / Cascais
  - Sintra / Rossio / Azambuja / Alcântara Terra;
  - Santa Apolónia.



Figura 2-15 – Rede do Metropolitano de Lisboa [18]



Figura 2-16 – Elétrico da CCFL [19]



Figura 2-17 – Composição do Metropolitano de Lisboa



Figura 2-18 – Composição da Fertágus



Figura 2-19 – Composição da CP

<sup>2</sup> Incluindo de natureza turística e 4 ascensores

<sup>3</sup> Linhas: Azul (Reboleira / Santa Apolónia), Verde (Telheiras / Cais do Sodré), Amarela (Odivelas / Rato) e Vermelha (Aeroporto / São Sebastião)

<sup>4</sup> Para além destas, a CP explora ainda várias linhas ao nível do médio e longo curso, nomeadamente com ligações aos seguintes locais: Eixo Porto - Braga e Valença, Beira Alta e Beira Baixa, Figueira da Foz e Faro - Vila Real de Santo António - Lagos.

## Fluvial

No sector fluvial, o transporte de passageiros no estuário do Tejo é assegurado pelo Grupo Transtejo (Transtejo & Soflusa), que em Lisboa possui três terminais fluviais:

- Terreiro do Paço (Sul e Sueste);
- Cais de Sodré;
- Belém.

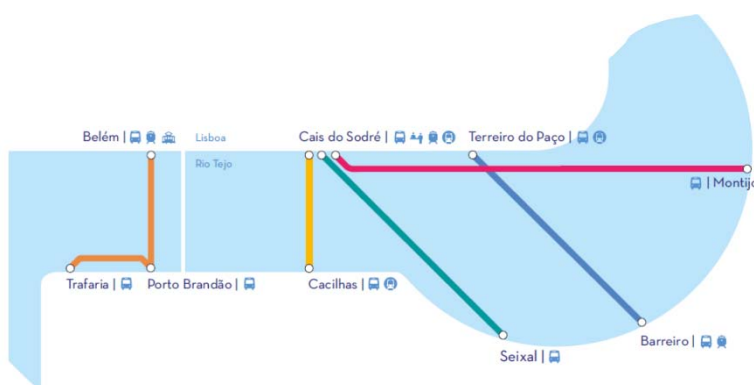


Figura 2-20 – Rede Transtejo / Soflusa [20]



Figura 2-21 – Terminal fluvial do Montijo [1]

Este operador presta serviços que unem as duas margens do rio, a partir destes três terminais na margem direita e estabelecendo ligações (Figura 2-20) aos seguintes pontos da margem sul: Margem esquerda:

- Montijo (Figura 2-21);
- Barreiro
- Seixal;
- Cacilhas;
- Porto Brandão;
- Trafaria.

## 2.8.2 Deslocações na AML

Na AML, as deslocações entre os diversos concelhos que a constituem são muito significativas, conforme se pode observar em detalhe nas matrizes Origem / Destino, produzidas pelo INE, relativas ao inquérito à mobilidade realizado em 2017.

Com base nas matrizes referidas anteriormente, apresenta-se em seguida (Quadro 2-V) um resumo, apenas para o total de deslocações, em que se evidencia a sua importância.

Quadro 2-V – Matriz origem / destino (resumo) [21]

Dest Orig	Margem Norte	Margem Sul	Outros	TOTAL
Margem Norte	3 720 080	126 450	41 616	<b>3 888 145</b>
Margem Sul	130 547	1 254 249	13 790	<b>1 398 587</b>
Outros	4 536	15 102	36 083	<b>55 721</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3 855 163</b>	<b>1 395 802</b>	<b>91 488</b>	<b>5 342 453</b>

Para permitir uma melhor análise das deslocações procedeu-se à desagregação dos Concelhos da margem sul (Quadro 2-VI).

Quadro 2-VI – Matriz origem / destino (desagregada) [21]

Dest Orig	Margem Norte	Margem Sul									Outros	TOTAL	
		Alcochete	Almada	Barreiro	Moita	Montijo	Palmela	Seixal	Sesimbra	Setúbal			
Margem Norte	3 720 080	4 305	45 646	10 756	6 059	7 924	6 847	30 592	5 945	8 376	41 616	<b>3 888 145</b>	
Margem Sul	Alcochete	4 536	20 450	567	867	262	8 715	553	119	79	453	522	<b>37 121</b>
	Almada	46 696	760	202 804	2 018	464	846	538	36 100	3 090	4 338	2 515	<b>300 169</b>
	Barreiro	12 906	854	1 981	86 167	14 956	1 973	4 658	2 669	4 046	2 118	1 230	<b>133 558</b>
	Moita	6 259	236	312	14 714	65 152	1 991	3 793	1 449	821	2 437	1 093	<b>98 257</b>
	Montijo	7 048	8 376	887	1 829	2 697	66 366	5 721	1 029	0	2 633	2 116	<b>98 703</b>
	Palmela	7 996	439	620	4 564	4 963	5 462	81 042	3 641	2 518	20 027	1 514	<b>132 785</b>
	Seixal	30 033	232	36 032	3 563	909	1 027	3 488	183 050	6 190	2 427	1 797	<b>268 748</b>
	Sesimbra	5 715	0	3 000	3 848	814	240	2 287	6 562	61 767	4 635	954	<b>89 821</b>
	Setúbal	9 359	552	3 992	2 610	1 898	1 871	20 775	2 619	4 760	188 940	2 049	<b>239 424</b>
Outros	4 536	463	2 696	1 264	763	2 187	1 777	2 914	515	2 522	36 083	<b>55 721</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>3 855 163</b>	<b>36 666</b>	<b>298 537</b>	<b>132 199</b>	<b>98 938</b>	<b>98 603</b>	<b>131 478</b>	<b>270 744</b>	<b>89 731</b>	<b>238 906</b>	<b>91 488</b>	<b>5 342 453</b>	

Da análise dos dados anteriores é possível concluir que entre a margem norte e a margem sul, diariamente são realizadas cerca de 256 997 viagens (126 450 deslocações com origem na margem norte e destino na margem sul e 130 547 deslocações com origem na margem sul e destino na margem norte), o que equivale a cerca de 4.81% do total das deslocações contabilizadas, sendo estas repartidas pelos diferentes modos de transporte disponíveis, ou seja fluvial (Transtejo), ferroviário (Fertágus e CP), rodoviário (TST) e transporte individual.

A partir de abril de 2019, foi remodelado o sistema tarifário da Área Metropolitana de Lisboa, tendo sido abolido o sistema de coroas e as 694 combinações distintas de passes e disponibilizados pelos diversos operadores, novas alternativas, mais atrativas<sup>5</sup> o que perspectiva um aumento significativo das deslocações, cujos resultados à data da elaboração do presente documento ainda não são conhecidos.

Atualmente com as restrições decorrentes do atual estado sanitário que o país e o mundo atravessam, nomeadamente em resultado de exercício da atividade laboral em regime de teletrabalho e das restrições à circulação, as movimentações entre as margens (tal como as restantes) terão reduzido de forma significativa, situação que se espera seja ultrapassada no decurso de 2021, possibilitando um regresso à normalidade.

Conforme indicado em documento divulgado pelo INE em 2 de julho de 2018 (Informação à Comunicação Social), relativo ao Inquérito à Mobilidade nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa, a repartição modal na AML (Figura 2-22).

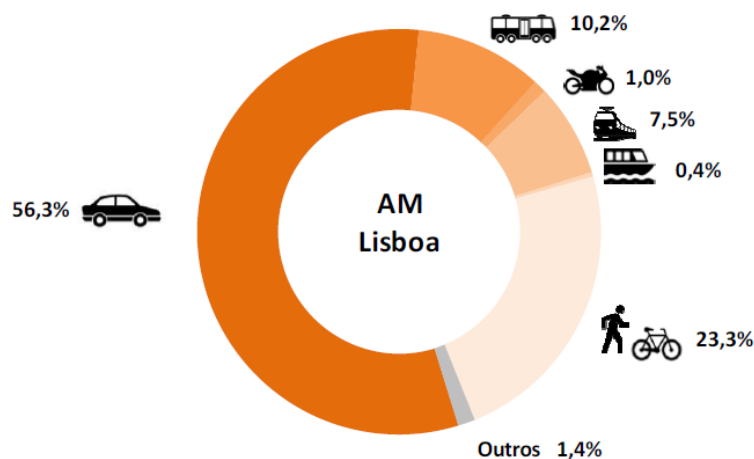


Figura 2-22 – Repartição de deslocações por modo de transporte na AML, dias úteis (2017) [22]

Da análise da figura é possível que a utilização do transporte individual continua a ser dominante, superior à totalidade das deslocações nos restantes modos de transporte (56.3% *versus* 43.7%), situação que apesar de constituir alguma melhoria em relação a anos anteriores ainda está longe de constituir uma repartição desejável.

<sup>5</sup> Passe Navegante Municipal, válido apenas num município e Navegante Metropolitano, válido para toda a área metropolitana

## 2.9 ASPETOS A RETER

Em termos conclusivos, relativamente à caracterização efetuada importa reter o seguinte:

- A definição do traçado, para o estabelecimento de uma ligação rápida, o que pressupõe uma ligação com uma extensão adequada, terá que ter em consideração as características físicas do espaço existente entre o aeroporto da Portela e o futuro aeroporto do Montijo, sendo que este espaço territorial se pode caracterizar pela existência de 3 seções com características distintas, concretamente:
  - **Margem norte**, correspondente à zona ocidental da cidade de Lisboa (Olivais / Expo), que se encontra urbanizada, com edificado consolidado, mas onde é possível identificar potenciais corredores para a instalação da infraestrutura;  
Nesta seção será igualmente necessário vencer o desnível existente entre o aeroporto da Portela e a zona do rio Tejo (cerca de 115 metros no seu ponto mais alto);  
Complementarmente será necessário acautelar a compatibilização com as redes de infraestruturas existentes na zona, nomeadamente em termos de abastecimento de água e saneamento, com destaque para a zona da Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique.
  - **Zona Central**, a que corresponde o rio Tejo, onde para além da minimização da extensão, será igualmente necessário ter em conta as profundidades do rio por forma a ajustar o tipo e características da infraestrutura a instalar.
  - **Margem Sul**, na zona da Base Aérea n.º 6 e onde as características orográficas se consideram favoráveis.
- Para além da inevitável compatibilização com infraestruturas portuárias existentes, concretamente na zona do Poço do Bispo, é igualmente necessário assegurar a continuidade da navegação do rio Tejo, em particular nos dois canais existentes (na proximidade da margem norte e sensivelmente a 2 terços da margem sul);  
Para tal, qualquer solução que venha a ser proposta terá que contemplar os gabaritos necessários (verticais e horizontais) que, à semelhança da Ponte Vasco da Gama, construída a montante, permitam a continuidade da navegação fluvial.
- Numa fase posterior do estudo, será obrigatório ter em conta as características geológicas da zona, bem como as relacionadas com as marés;
- Com uma nova ligação, será necessário proceder à adaptação das redes de transportes existentes, com especial enfoque junto do terminal do aeroporto da Portela

(rede de autocarros da CCFL e rede do Metropolitano de Lisboa) e na área envolvente do futuro aeroporto do Montijo (rede de autocarros da TST e terminal fluvial da Soflusa);

- Uma nova ligação constituirá um fator positivo não só em termos económicos, em especial para a margem sul (na continuidade da evolução recente), mas igualmente no que se refere à melhoria das condições de mobilidade para as populações;
- Pese o facto de não terem sido identificadas situações de potencial conflito com o património existente, este aspeto terá igualmente que ser tido em conta;
- Embora não tenham sido objeto de caracterização, uma intervenção deste tipo terá inevitavelmente que ser analisada em termos ambientais por forma a serem minimizadas as interferências com esta zona do território.



### 3 PROPOSTA DE NOVA TRAVESSIA

Qualquer solução que seja equacionada para vencer distâncias, nomeadamente ao nível do transporte de passageiros, deverá ser devidamente estudada, envolvendo o maior número possível de variáveis inerentes ao problema, sendo de realçar as seguintes.

- Procura expectável;
- Tipo de serviço mais adequado;
- Características físicas da zona;
- Impactes ambientais;
- Impactes socioeconómicos;
- Viabilidade técnica da solução;
- Custos de Investimento e retorno.

Na proposta que se apresenta em seguida, as preocupações incidiram essencialmente nos aspetos relacionados com a viabilidade técnica da solução, ajustada às características físicas da zona.

Os restantes aspetos, ou outros que não foram referenciados deverão ser objeto de estudos específicos, como sejam os relacionados com a procura e tipo de serviço, ambientais ou com custos de investimento e retorno do mesmo, não estando os mesmos enquadrados no presente TFM.

Assim, no presente capítulo, para além de uma apresentação sumária do futuro aeroporto do Montijo, serão igualmente abordadas as matérias relativas a:

- Requisitos funcionais e técnicos;
- Atravessamentos do Tejo em Lisboa (Antecedentes);
- Traçado;
- Infraestrutura;
- Material Circulante;
- Subsistemas Complementares, Manutenção e Operação;
- Compatibilização com a atividade fluvial;
- Principais impactes da nova travessia;
- Custos e prazos.

### 3.1 O FUTURO AEROPORTO DO MONTIJO

Para substituir ou complementar o atual aeroporto da Portela na Portela de Sacavém, colocado em serviço em Outubro de 1942, com maior ou menor desenvolvimento, vários foram as localizações aventadas, sendo de estacar as seguintes: Fonte da Telha, Rio Frio, Porto Alto, Alcochete, Sintra, Ota, Alverca e Montijo.

Com o passar do tempo e com a capacidade de expansão do atual aeroporto a ficar esgotada para responder à procura (22 milhões de passageiros em 2018), as entidades governamentais, entenderam avançar com um segundo aeroporto para a AML, como reforço ao existente.

A opção recaiu sobre o Montijo, nos terrenos ocupados atualmente pela Força Aérea Portuguesa (FAP), que ali tem instalada a sua base aérea nº. 6 (Figura 3-1).

Esta opção obrigará a que algumas das funções afetas a esta base militar sejam transferidas para outros locais.



Figura 3-1 – Localização do futuro aeroporto do Montijo [23]

Em outubro de 2019, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) emitiu proposta de Declaração de Impacte Ambiental favorável<sup>6</sup>, tendo a mesma passado a definitiva em janeiro de 2020, permitindo assim a continuidade do processo, primeiro ao nível do projeto e em seguida da sua materialização.

O aeroporto da Portela tem atualmente a capacidade máxima 60 posições de estacionamento e 38 movimentos por hora, sendo que, com a construção desta nova infraestrutura, (Figura 3-2) a capacidade conjunta será aumentada para 89 posições e 72 movimentos por hora.



Figura 3-2 – Antevsão do futuro aeroporto do Montijo [23]

<sup>6</sup> Decisão condicionada ao cumprimento / implementação de um pacote de medidas para minimização de impactes.

A solução Montijo precisa de ser suficientemente atrativa para as companhias "low cost" (Figura 3-3). A ANA prevê consegui-lo através de um valor mais baixo nas taxas aeroportuárias e em custos mais baixos no processamento da bagagem. Estas duas vantagens permitirão às companhias praticar preços mais baixos, um argumento a que os clientes das "low cost" são mais sensíveis.



Figura 3-3 – Aeronaves de companhias "low cost" [24]

Sem a construção de novas ligações, a acessibilidade entre estas duas infraestruturas aeroportuárias ficará dependente de:

- Ligação fluvial a partir do atual terminal do Seixal, para Lisboa, sendo que é admissível, para encurtar as distâncias decorrentes da utilização da Estação do Terreiro do Paço, a reativação do cais existente na zona da Expo e que se encontra desativado;
- Ligação através da ponte Vasco da Gama, em modo rodoviário.

A instalação do modo ferroviário (convencional) nesta infraestrutura não se considera possível tendo em conta os seguintes aspetos:

- Estruturalmente, ao contrário da ponte 25 de Abril, a ponte Vasco da Gama não foi dimensionada para acomodar esta infraestrutura;
- As pendentes na zona dos canais de navegação, não são compatíveis com as exigências da ferrovia convencional;
- Não é viável a eliminação de 2 vias rodoviárias para a instalação do canal ferroviário, dados os impactos negativos decorrentes ao nível da circulação rodoviária.

### 3.2 REQUISITOS TÉCNICOS E FUNCIONAIS

Em fases posteriores do estudo, será necessário, de forma progressiva, estabelecer e fixar um conjunto de requisitos funcionais e técnicos, sendo que nesta fase já é possível referir os seguintes:

- Estabelecimento de uma ligação, em sítio próprio, equipada com veículos de condução automática, com possibilidade de criação de composições de forma modular;
- Na definição da solução de traçado, terão que ser salvaguardados os atuais canais de navegação, não só em termos de gabaritos, mas igualmente no que se refere à sua proteção, incluindo a colocação de sinalização eficiente e adequada;
- Existência de estações para entrada e saída de passageiros no atual aeroporto da Portela e no futuro aeroporto do Montijo, com possibilidade de expansão, a partir deste último até ao terminal fluvial do Montijo;
- As plataformas e acessos terão que assegurar a diferenciação, incluindo a criação das inerentes condições de segurança, para passageiros em trânsito e acesso generalizado;
- Criação de acessos<sup>7</sup> incluindo para PMR, devidamente sinalizados e seguros;
- Existência de terminais de estacionamento de composições, no seguimento das estações (ou em outro local), que permitam, de forma rápida e segura a entrada das composições em serviço;
- Existência de áreas de manutenção (nos terminais de estacionamento ou em outro local) para ações de limpeza e manutenção, nos seus diferentes níveis;
- As estações e terminais serão preferencialmente implantadas em reta e em patamar;
- Existência de sistemas de informação ao público não só do sistema em si (horários, destinos, etc), mas igualmente no que se refere a movimentos aéreos (partidas e chegadas);
- Definição de um programa de exploração, devidamente ajustado à procura e aos veículos propostos;
- Existência de um centro de comando operacional, para supervisão do funcionamento do sistema, em toda a sua extensão e atuação em caso de incidentes;

---

<sup>7</sup>Não são permitidos cruzamentos de nível com a infraestrutura

- A racionalização dos custos energéticos deverá ser uma preocupação, incluindo ao nível dos veículos, potenciando nomeadamente a utilização de energia decorrente das ações de frenagem;
- Os materiais a aplicar deverão incorporar, sempre que possível, componentes com origem em materiais reciclados;
- Recurso, sempre que possível, a estruturas flutuantes, devidamente ajustadas às cargas e condições locais para instalação das seções em túnel e em ponte;
- A pendente máxima para circulação de veículos será limitada a 12%, valor que terá que ser objeto de ajustamento às características do material circulante;
- Raios mínimos em planta deverão ser de 500m, sendo que em situações excecionais e devidamente justificadas, nomeadamente no acesso às zonas dos terminais, este valor poderá ser reduzido para 150m. Em estações e terminais os valores mínimos dos raios poderão ser reduzidos a 30m. Todos estes parâmetros terão que ser objeto de ajustamento ao material circulante;
- A infraestrutura de suporte ao material circulante deverá assegurar uma velocidade máxima de 80 Km/h, podendo esse valor nas seções em túnel ser reduzido para 50 Km/h;
- Os equipamentos e instalações terão que ser projetados por forma a assegurar o seu correto funcionamento e durabilidade em conformidade com o meio em que se inserem, nomeadamente a salinidade associada à zona;
- Os equipamentos e instalações terão que ser projetados por forma a assegurarem o seu correto funcionamento e durabilidade em conformidade com as condições climatéricas da AML:
- Deverá ser uma premissa, a incorporação no fornecimento dos equipamentos, nomeadamente do material circulante, de uma parcela considerável da responsabilidade da indústria portuguesa numa ótica de gestão de recursos e transferência de conhecimento;
- Complementarmente, ao nível do *software*, bem como da investigação o país é detentor de recursos, com provas dadas e que certamente estarão à altura de responder de forma positiva a este desafio, caso o mesmo lhe seja feito.

### 3.3 ATRAVESSAMENTOS DO TEJO EM LISBOA

#### 3.3.1 Antecedentes

“Uma travessia ligando fisicamente as duas margens do rio Tejo em Lisboa, constituiu uma aspiração e uma progressiva necessidade que remonta a séculos atrás, deparando-se, porém, com dificuldades óbvias decorrentes da barreira natural que o estuário representa, e da tecnologia e demais meios necessários para a sua transposição, aliados à necessidade de se garantir a passagem e manobra de grandes navios que demandam o porto da capital. A travessia por transporte fluvial assegurou sempre a deslocação de pessoas, animais, mercadorias, matérias-primas e veículos entre vários pontos das duas margens.

Diversas soluções (ponte ou túnel, ferroviária ou rodoviária, solução mista, etc.) e várias localizações para essa travessia, para além de relatadas na ficção literária, foram sendo idealizadas, estudadas e propostas ao longo do tempo, conforme ficou registado em documentos de diversa natureza.

Esta aspiração quase secular, foi traduzido em termos técnicos, e pela primeira vez, pelo Eng.º Miguel Pais que propôs em 1876, em desenho (Figura 3-4), uma ponte entre o Grilo e o Montijo. Esta proposta contemplava uma solução mista para os tráfegos rodoviários e ferroviário.” [25]

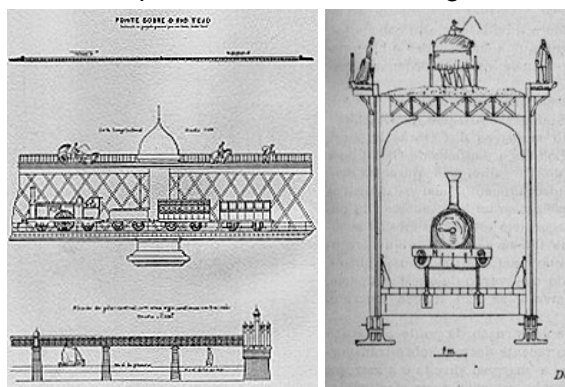


Figura 3-4 – Projecto do Eng.º Miguel Pais, em 1876 [25]

“Doze anos mais tarde, em 1888, um engenheiro de nacionalidade norte-americana, de nome *Lye*, propõe a construção de uma ponte entre Almada e a zona do Tesouro Velho, atualmente o Chiado, com uma estação ferroviária próxima do Largo das Duas Igrejas.



Figura 3-5 – Projeto da ligação Lisboa-Almada do Eng.º Seyrig em 1889 [25]

A ideia e o desejo de ligar as duas margens foi replicada por entre as casas de engenharia um pouco por toda a Europa e não só. Os franceses *Bartissol* e *Seyrig* também propuseram, em 1889, uma ligação mista entre a zona da Rocha do Conde de Óbidos e Almada (Figura 3-5), através de uma ponte com 2.500 metros.” [26]

No ano seguinte (1890), surge uma nova proposta, desta vez subscrita por um engenheiro alemão a trabalhar numa empresa metalomecânica de Nuremberga, que pretendia construir

uma ponte entre o Beato e o Montijo, (Figura 3-6) sugerindo uma localização idêntica à proposta por Miguel Pais. [25]

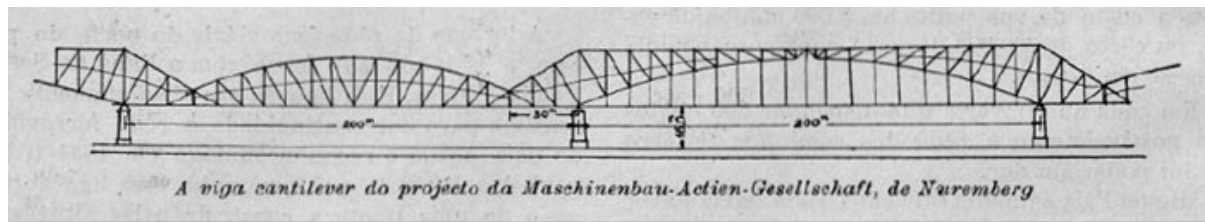


Figura 3-6 – Nova proposta, de 1890, de uma ponte para travessia Beato-Montijo [25]

“Em 1913, surge uma revisão da proposta apresentada em 1889, desta vez introduzida por uma firma portuguesa, que pretendia fazer a ligação entre a Rocha do Conde de Óbidos e Almada.

Mas foi no ano de 1919 que surge pela primeira vez a ideia de a travessia do Tejo ser feita através de um túnel, em detrimento de uma ponte. O estudo da empresa *H. Burnay & C.<sup>a</sup>* contemplava um túnel, de 4.500 metros de extensão, que ligaria as duas margens entre Santa Apolónia e Cacilhas.

No entanto, a ligação por ponte entre Rocha do Conde de Óbidos e Almada volta a ganhar força. Em 1921, surge uma nova sugestão, para outra ponte mista, apresentada pelo engenheiro espanhol *Alfonso Pena Boeuf*, com um comprimento total de 3.347 metros.

As águas do rio não paravam, as propostas também não, e a empresa do arquiteto *José Cortez - Cortez & Bruhns* - (Figura 3-7) apresentou em 1921, num esboço, a sugestão de uma grande ponte suspensa de três vãos, a lançar entre a parte alta da Rua do Patrocínio e as proximidades de Almada”. [26]

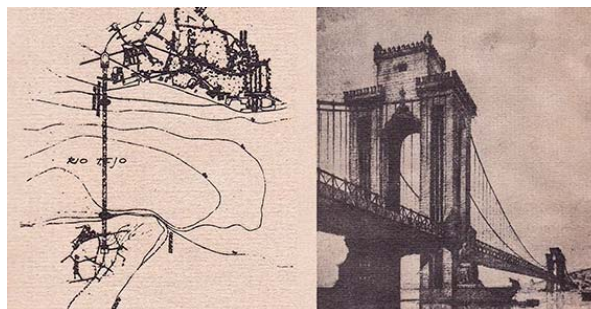


Figura 3-7 – Esboço apresentado pela empresa Cortez & Bruhns [25]

“Mas era a via ferroviária que tinha maior probabilidade de ganhar e em 1929 volta a surgir um pedido de concessão de uma linha férrea a construir entre o Beato e o Montijo, que incluía a respetiva ponte para a travessia, apresentada pelo engenheiro António Belo”. [25]

“Criada uma comissão de trabalhos em 1933 e aberto um concurso público, em 1934, para a proposta apresentada por António Belo, todo o esforço se mostrou inconclusivo. Nenhuma das propostas apresentadas correspondeu ao que o caderno de encargos estipulava sobre o regime de concessão.

Excertos de notícias publicadas, em 1934, sobre o projeto e concurso para a adjudicação da “Ponte sobre o Tejo” entre o Beato (Lisboa) e Montijo, lançado pelo então Ministro das Obras Publicas, o Engenheiro Duarte Pacheco. (Figura 3-8). Os textos falam por si”. [25] (Figura 3-9, Figura 3-10 e Figura 3-11).

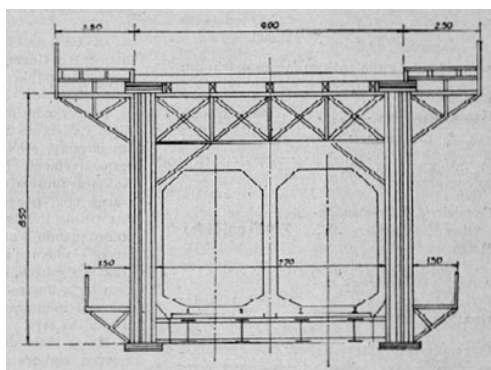


Figura 3-8 – Projeto do Eng.º Duarte Pacheco 1934 [25]

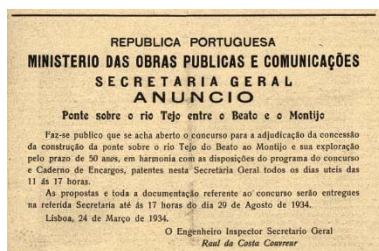


Figura 3-9 – Anúncio publico adjudicação de concessão Ponte entre Beato-Montijo [25]

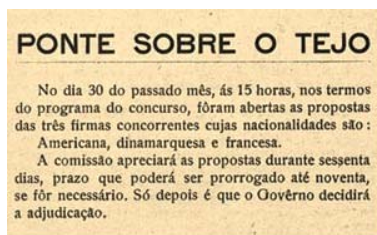


Figura 3-10 – Anúncio publico da apreciação de propostas [25]

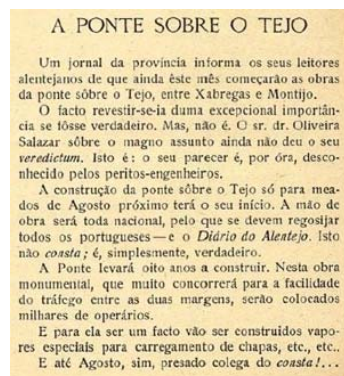


Figura 3-11 – Extrato de jornal sobre a construção da ponte sobre o Tejo [25]

“Este concurso público de 1934, não teve resultados concretos, visto que nenhuma das propostas correspondeu ao caderno de encargos estipulava sobre o regime de concessão. Quatro anos mais tarde, um dos concorrentes a *United States Steel Products* reformula a proposta anterior mas sem acordo, apesar da simplificação e redução de custo apresentadas.

Em 1942 retoma-se a decisão de nomear uma comissão para o estudo da construção de uma ligação entre a zona oriental de Lisboa e o Sul do país, como consequência de diligências promovidas pelas câmaras municipais do Barreiro, Alcochete, Moita e Seixal para a melhoria das comunicações entre as sedes dos respetivos concelhos e Cacilhas. Porém, com a decisão da construção da Ponte de Vila Franca de Xira, foram suspensos os trabalhos desta comissão.

Em 1951, ano em que foi inaugurada a Ponte de Vila Franca de Xira – Ponte Marechal Carmona –, a ideia de construir uma ponte em Lisboa não tinha desaparecido. *Alfonso Peña*

*Boeuf*, Engenheiro espanhol, sugeriu uma nova travessia entre Almada e o Alto de Santa Catarina em Lisboa, através de uma ponte suspensa.” [26]

“Os estudos continuam e em 1953 surge uma nova comissão, desta feita nomeada por uma portaria dos ministérios das Obras Públicas e das Comunicações. Chega-se à conclusão de que existe viabilidade técnica e financeira para a criação de uma travessia. O Governo opta então pela construção de uma ponte descrito no Decreto-Lei n.º 42 238, que autoriza o Ministério das Obras Públicas a abrir concurso com vista à construção.

Seis anos depois é aberto um concurso público para a construção de uma ponte entre Alcântara e Almada, na dependência do ministro das Obras Públicas, o Gabinete da Ponte sobre o Tejo, conduzido pelo engenheiro José Estêvão Abranches Couceiro do Canto Moniz, à época diretor dos Serviços de Conservação da Junta Autónoma de Estradas.

A referida aspiração só viria, contudo, a ter a sua primeira concretização já na segunda metade do Século XX, com a construção a partir de 1962 da ponte suspensa. Um projeto da autoria do gabinete de Engenharia de Nova York, *Steinman, Boynton, Gronquist & Birdsall* inaugurada em Agosto de 1966, então batizada Ponte Salazar (Figura 3-12), hoje Ponte 25 de Abril.” [26]

Muito próximo do final do Milénio, em 1998, antes da abertura da Exposição Internacional de Lisboa (EXPO 98), seria inaugurada a segunda travessia rodoviária: a Ponte Vasco da Gama (Figura 3-13).



Figura 3-12 – Ponte 25 de Abril [27]



Figura 3-13 – Ponte Vasco da Gama [28]

### 3.3.2 A Terceira Travessia do TEJO em Lisboa (TTT)

Com o aumento da procura, decorrente não só do aumento da pressão urbanística sobre o território da margem esquerda, mas igualmente para permitir a expansão das infraestruturas ferroviárias para sul e para Espanha, em 2008 foi solicitado pelo então Ministro das Obras Públicas e Comunicações, ao Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), a

apresentação de um relatório para a “Avaliação Comparativa das Alternativas Existentes para a Terceira Travessia do Tejo na Área Metropolitana de Lisboa”<sup>8</sup>.

No referido relatório a análise comparativa contemplou 2 soluções alternativas, ambas vocacionadas para o tráfego ferroviário<sup>9</sup>, nas bitolas<sup>10</sup> UIC (1435mm) e Ibérica (1668mm), diferindo estas, para além de aspetos de natureza estética e estrutural, nos seus pontos de amarração nas margens do Tejo (Figura 3-14):

- Travessia Chelas – Barreiro
- Travessia Beato – Montijo – Barreiro



Figura 3-14 – Travessias analisadas no relatório do LNEC [28]

### Travessia Chelas – Barreiro

Esta solução, apresentada pela então Rede de Alta Velocidade (RAVE), contemplava no Estudo Prévio desenvolvido pela empresa GRID, um tabuleiro a 2 níveis (Figura 3-15) sendo o superior rodoviário (2 x 3 vias) e o inferior ferroviário (2 linhas para a bitola 1435mm destinada à rede de alta velocidade e 2 linhas para a bitola 1668 destinada à rede convencional).

A conceção deste possível atravessamento, com uma extensão total de 6.7 km, previa um conjunto de 6 pontes (Figura 3-16), sendo a principal, com vão da ordem dos 540m, atirantada, na zona o canal de Cabo Ruivo.

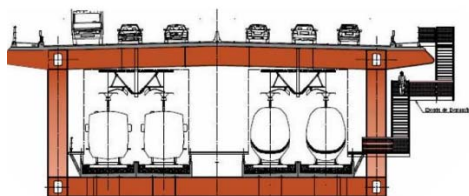


Figura 3-15 – Secção Tipo (Solução Chelas-Barreiro) [29]

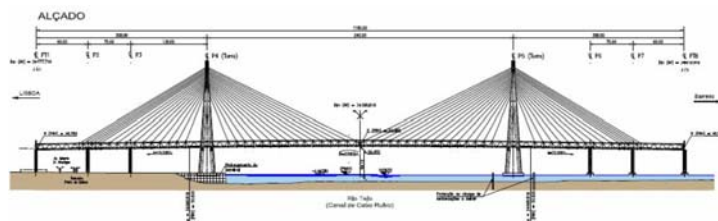


Figura 3-16 – Alçado solução Chelas – Barreiro [28]

<sup>8</sup> Relatório 62/2008-DT

<sup>9</sup> Algumas das soluções contemplavam igualmente a componente rodoviária

<sup>10</sup> Distância entre faces internas de carris da mesma via, medida 15mm abaixo do plano de rolamento

“No que se refere às amarrações em ambas as margens do rio Tejo (Figura 3-17), na margem Norte a ponte chega a Lisboa segundo um alinhamento sobre o extremo Norte do Terminal de Contentores de Santa Apolónia e o traçado ferroviário prossegue próximo do Bairro da Madre de Deus, bifurcando depois quer na direção do vale de Chelas quer para Norte. As amarrações são iniciadas em viadutos que partem da ponte, com desnivelamentos para a inserção na Linha de Cintura (convencional) e na Linha do Norte (convencional e AV), assegurando nesta linha a acessibilidade às estações de Braço de Prata e Gare do Oriente.” [28]

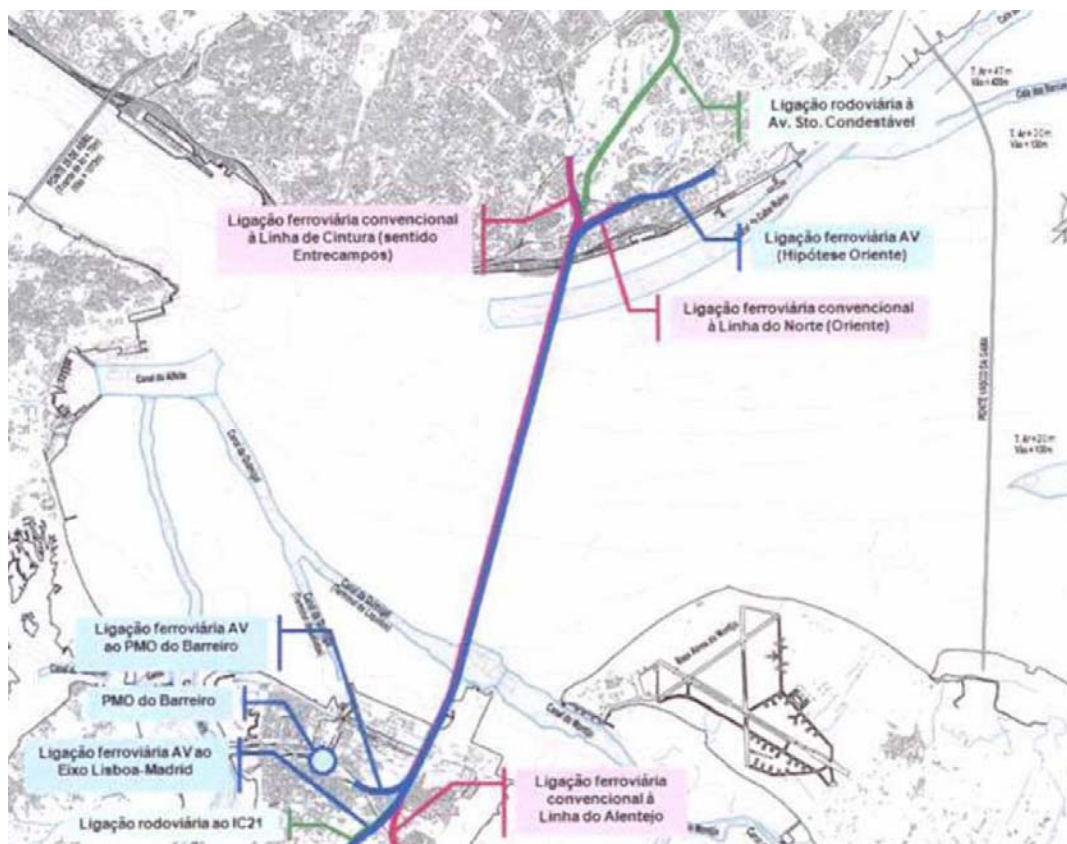


Figura 3-17 – Travessia Chelas-Barreiro [28]

“Na margem Sul, a ponte chega ao Barreiro na sua frente para o estuário, muito próximo do Terminal de Líquidos do Barreiro. Quanto às amarrações, a linha convencional (2 vias) acede sobrelevada a uma estação a construir no Lavradio ligando daí à linha do Alentejo, enquanto a linha de alta velocidade mergulha em túnel (túnel do Barreiro), prossequindo depois em direção a Montemor.” [28]

“Está prevista a ligação da linha de AV a um PMO (Parque de Manutenção e Oficinas) a localizar na zona das oficinas de material do Barreiro. A componente rodoviária acompanha a alinha de AV, indo depois ligar através do IC21 à Rede Rodoviária Nacional.” [28]

### Travessia Beato – Montijo – Barreiro

Esta travessia considerava uma seção em ponte ou túnel entre o Beato e o Montijo e uma outra seção entre o Montijo e o Barreiro (Figura 3-18).

#### Ligação Beato – Montijo (cerca de 6.5 km)

**Solução em ponte:** Ponte ferroviária com dois tabuleiros, sendo o superior dedicado a 2 vias em bitola UIC e o inferior para instalação de 2 vias em bitola de 1668mm. Esta solução permitia ainda, adicionalmente a instalação da componente rodoviária no tabuleiro superior, lateralmente à ferrovia (Figura 3-19).

**Solução em túnel (submerso):** Apresentava um perfil que acomodava 2 vias em bitola UIC e 2 vias em bitola Europeia, não contemplando a componente rodoviária (Figura 3-19).

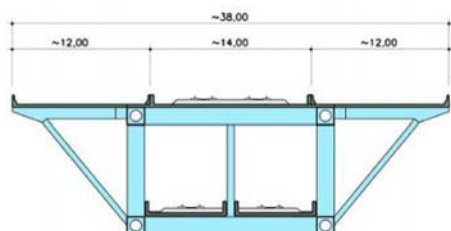


Figura 3-18 – Secção Tipo em Ponte: Solução Beato-Montijo [28]

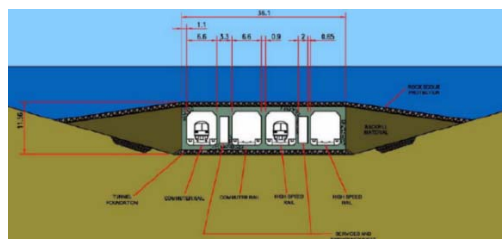


Figura 3-19 – Secção Tipo em Túnel: Solução Beato-Montijo [28]

#### Ligação Montijo - Barreiro (cerca de 2.4 km)

Para esta ligação eram igualmente admitidas as soluções em ponte e em túnel submerso. Relativamente às amarrações (Figura 3-20), na margem norte o ponto escolhido estava localizado na zona do Beato / Marvila, sendo que na margem sul os pontos de amarração se localizavam na proximidade da base aérea do Montijo, junto ao terminal Fluvial do Montijo e na proximidade das instalações da Quimiparque no Barreiro.

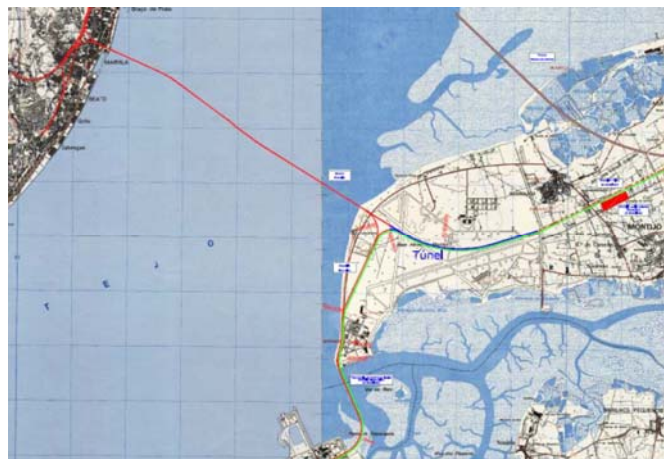


Figura 3-20 – Pontos de amarração da Solução Beato-Montijo-Barreiro [28]

## 3.4 TRAÇADO

### 3.4.1 Pressupostos para a definição da Solução de Traçado

Para a definição do traçado, em planta e em perfil longitudinal, foram estabelecidos os seguintes pressupostos base:

- Estabelecimento de uma ligação rápida, o que pressupõe uma ligação compatível em termos de extensão;
- Circulação dos veículos, guiados, em sítio próprio e sem cruzamentos de nível;
- Circulação em via dupla, sendo uma no sentido ascendente e outra no sentido descendente;
- Criação de duas estações terminais, uma no aeroporto da Portela e outra no aeroporto do Montijo, sendo que relativamente a esta última deverá ser viabilizada a possibilidade de prolongamento da ligação até ao terminal fluvial do Montijo;
- Nas estações deverá ser considerada a criação de zonas independentes para passageiros em trânsito e público em geral;
- Utilização de curvas em planta, plena via, com raios em planta superiores a 500 metros, podendo em situações pontuais e apenas na aproximação aos terminais, esse valor ser reduzido para 150 metros. Nas estações o valor dos raios em planta poderá ser reduzido ao mínimo de 30 metros, valor que é compatível com o tipo de material circulante proposto;
- Utilização de trainéis com inclinação máxima de 120‰ e curvas de concordância entre estes com valor máximo de 1000 metros, valores que se encontram ajustados ao tipo de material circulante, que funcionará sobre pneus;
- Assegurar a navegabilidade do rio Tejo. Este pressuposto conduz à necessidade de assegurar gabaritos verticais mínimos de 47 metros no canal do lado norte (à semelhança do atualmente verificado para a ponte Vasco da Gama) e de 8 metros no canal do lado da margem sul. Em termos horizontais os gabaritos devem garantir pelo menos 300 metros no lado norte e 50 e 100 metros no lado sul<sup>11</sup>;
- Minimização da ocupação do território, evitando nomeadamente conflito com o edificado, redes de infraestruturas e instalações portuárias;

---

<sup>11</sup> Estes valores terão que ser ajustados em fase posterior tendo em conta as exigências da Autoridade que tutela a navegabilidade do rio.

Os principais elementos de base para a definição dos traçados (com recurso a ferramentas de cálculo automático), foram os seguintes:

- Cartas militares na escala 1:25000;
- Cartografia digital georreferenciada da zona oriental da cidade de Lisboa, na escala 1:2000;
- Cartografia digital georreferenciada da zona poente do Montijo, na escala 1:2000;
- Elementos batimétricos recolhidos junto do Instituto Hidrológico;
- Visitas de campo<sup>12</sup>.

Com base nos pressupostos, nos elementos de base referidos e nas diversas condicionantes identificadas procedeu-se à análise de possíveis corredores para a instalação da ligação pretendida. De entre as condicionantes destacam-se:

- A localização das duas infraestruturas aeroportuárias;
- A ocupação do território, em particular no que se refere ao edificado;
- As vias rodoviárias existentes;
- Os canais de navegação e os potenciais pontos de amarração em ambas as margens do Tejo.

### **3.4.2 Traçado em planta (Diretriz)**

#### **Soluções estudadas**

Tendo em conta que os maiores constrangimentos em termos de espaço se localizarão na margem norte, concretamente entre o aeroporto da Portela e a zona do rio, embora a nível macro, foram exploradas algumas soluções alternativas de traçado para esta zona, sendo que todas elas apresentam os seguintes pontos comuns;

- Localização da estação terminal no aeroporto da portela, na zona em frente ao atual terminal das chegadas.

A localização definitiva do terminal terá que ser ajustada em fase posterior e devidamente articulada com a entidade gestora do Aeroporto, tendo em conta não só as regras de segurança existentes para a movimentação de passageiros, mas igualmente eventuais intenções de reformulação / ampliação das atuais instalações;

- Ponto de amarração na ligação ao rio na zona do cais da Matinha;

---

<sup>12</sup> Por se tratar de uma área militar, não foi possível aceder aos terrenos da Base Aérea do Montijo

- Utilização, integral ou parcial do eixo rodoviário existente entre a rotunda do aeroporto e o cais da Matinha (Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa).

Desta análise resultaram quatro diretrizes (S1, S2, S3 e S4) que se apresentam na Figura 3-21.

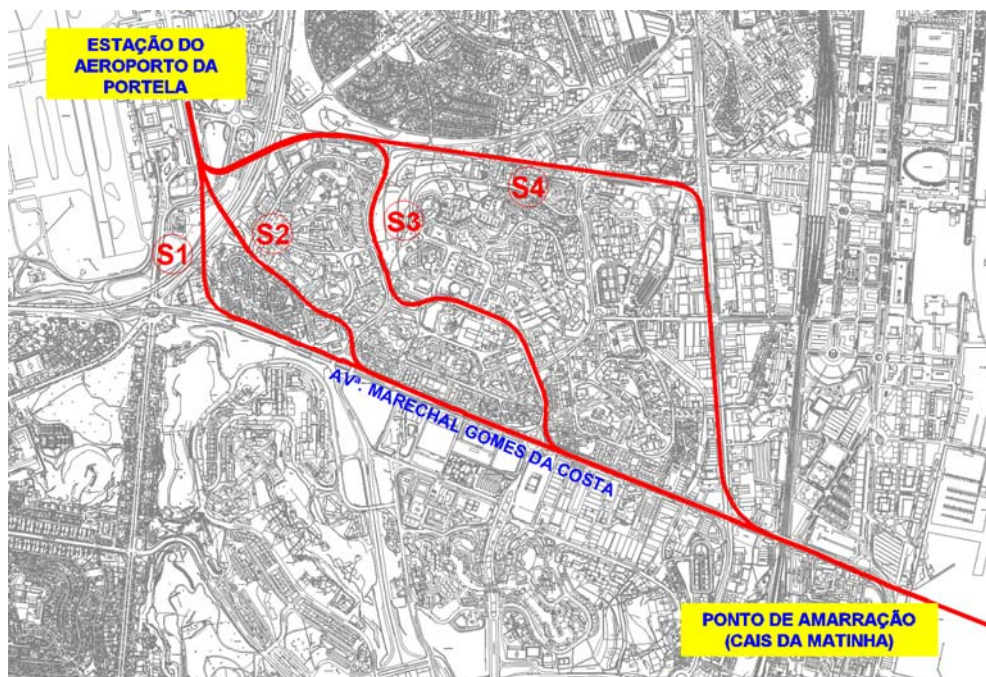


Figura 3-21 – Soluções estudadas na margem norte (diretrizes S1, S2, S3 e S4)

No Quadro 3-I, apresenta-se as características geométricas para as 4 diretrizes estudadas.

Quadro 3-I – Características das diretrizes estudadas (S1, S2, S3 e S4)

Diretriz S1				Diretriz S2				Diretriz S3				Diretriz S4			
NUM	Tipo	Ext (m)	Raio (m)	NUM	Tipo	Ext (m)	Raio (m)	NUM	Tipo	Ext (m)	Raio (m)	NUM	Tipo	Ext (m)	Raio (m)
1	AR	221.0		1	AR	237.7		1	AR	210.1		1	AR	221.2	
2	CC	92.2	500	2	CC	189.8	500	2	CC	145.5	80	2	CC	145.5	80
3	AR	401.2		3	AR	221.0		3	AR	222.6		3	AR	241.2	
4	CC	180.4	150	4	CC	88.0	200	4	CC	239.3	400	4	CC	239.3	400
5	AR	109.7		5	AR	34.7		5	AR	123.3		5	AR	1366.3	
6	CC	53.7	500	6	CC	108.7	400	6	CC	184.9	100	6	CC	137.4	100
7	AR	61.5		7	AR	89.5		7	AR	106.3		7	AR	136.8	
8	CC	43.6	500	8	CC	77.0	150	8	CC	162.9	200	8	CC	101.5	2000
9	AR	145.5		9	AR	40.3		9	AR	69.3		9	AR	76.5	
10	CC	70.2	1500	10	CC	137.3	100	10	CC	65.2	500	10	CC	60.1	2000
11	AR	492.9		11	AR	8.8		11	AR	83.3		11	AR	675.4	
12	CC	40.0	1200	12	CC	126.3	100	12	CC	135.1	80	12	CC	335.5	300
13	AR	1518.6		13	AR	378.1		13	AR	38.4		13	AR	215.1	
14	CC	92.4	1500	14	CC	49.9	1500	14	CC	115.4	150	14	CC	92.4	1500
15	AR	103.9		15	AR	1513.6		15	AR	203.1		15	AR	103.9	
16	CC	94.4	1500	16	CC	92.4	1500	16	CC	121.7	150	16	CC	94.4	1500
17	AR	178.9		17	AR	103.9		17	AR	227.7		17	AR	178.9	
				18	CC	94.4	1500	18	CC	79.1	150				
				19	AR	178.9		19	AR	30.7					
								20	CC	161.9	120				
								21	AR	1049.8					
SOMA		3900.0				3770.3				3775.5				4421.4	

Apresenta-se em seguida uma breve descrição de cada uma das soluções estudadas:

- **S1:** Com uma extensão de 3900 metros insere-se na sua quase totalidade na Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa, sendo exceção o troço de ligação entre esta e o futuro terminal. Os raios em planta são generosos e cumprem os critérios definidos nos pressupostos;
- **S2:** Com uma extensão de 3770 metros insere-se na Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa a partir da Quinta das Teresinhas, sendo o trajeto até esse local realizado pelo topo poente do bairro dos Olivais (Rua Cidade da Beira e Av<sup>a</sup>. Cidade de Lourenço Marques). Para permitir a inserção nos arruamentos do interior do bairro foi necessário considerar raios em planta inferiores ao definido nos pressupostos (100 metros);
- **S3:** Com uma extensão de 3775 metros insere-se na Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa a partir da rotunda de Cabo Ruivo, sendo o trajeto até esse local realizado pela zona central do bairro dos Olivais (Av<sup>a</sup>. de Berlim, Av<sup>a</sup>. Cidade de Lourenço Marques e Rua Cidade de Bissau). Para permitir a inserção nos arruamentos do interior do bairro e na ligação ao terminal do aeroporto da Portela foi necessário considerar raios em planta inferiores ao definido nos pressupostos (80, 100 e 120 metros);
- **S4:** Com uma extensão de 4420 metros insere-se na Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa a partir do cruzamento entre esta e a Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique, sendo o trajeto até esse local realizado pela zona nascente do bairro dos Olivais (Av<sup>a</sup>. de Berlim e Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique). Para permitir a inserção nos arruamentos do interior do bairro e na ligação ao terminal do aeroporto da Portela foi necessário considerar raios em planta inferiores ao definido nos pressupostos (80 e 100 metros)

Da análise das 4 soluções e tendo presente os pressupostos definidos, em particular o estabelecimento de uma ligação rápida, que inevitavelmente está associada a raios de maior valor, bem como a minimização de conflitos com infraestruturas existentes (Soluções S3 e S4 no cruzamento com a Av<sup>a</sup>. Cidade do Porto, a que acrescem na solução S4 os conflitos com, entre outras, as redes de abastecimento de água e saneamento ali existentes), entendeu-se que deveria ser retida a solução S1, como proposta a apresentar no presente Estudo de Viabilidade.

Uma eventual solução de traçado com passagem pela Gare do Oriente, local fortemente condicionado em termos de edificado e infraestruturas, foi igualmente abandonada uma vez que, para além de complexa, também não cumpria o requisito do estabelecimento de uma ligação rápida entre as duas infraestruturas aeroportuárias.

### Solução proposta

Retida a solução para a margem norte e tendo presente o *layout* conhecido para o futuro aeroporto do Montijo, foi estabelecida uma diretriz para a totalidade da ligação (Figura 3-22), à qual corresponde uma extensão aproximada de 11.6 Km e que pode ser observada com mais detalhe, na escala 1:5000, nas folhas de planta e perfil longitudinal que integram o presente documento (Peças Desenhadas LAPAM-EV-001 a LAPAM-EV-003). No anexo III são apresentadas as correspondentes listagens de cálculo.



Figura 3-22 – Proposta de traçado para a futura ligação

O enquadramento espacial da ligação proposta com os dois atravessamentos atualmente existentes no estuário do Tejo (ponte 25 de Abril e ponte Vasco da Gama), pode ser observado na Figura 3-23



Figura 3-23 – Enquadramento espacial da ligação proposta [1] adap.

Tendo presente que a diretriz se insere em 3 zonas distintas (margem norte, atravessamento do rio Tejo e margem sul), considerou-se desejável fazer uma breve descrição individual para cada uma delas.

### Margem norte (Lisboa Oriental)

O traçado nesta zona corresponde à solução S1, com caracterizada pela existência de alinhamentos retos ligados por curvas de concordância em planta com raios mínimos de 500 metros, com exceção da zona de ligação entre a Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa e o aeroporto da Portela (Figura 3-24), onde esse valor foi reduzido para 150 m, valor que se considera perfeitamente ajustado ao pretendido tendo em conta o tipo de veículos a instalar e onde a velocidade de aproximação à estação será reduzida.



Figura 3-24 – Proposta de traçado para a futura ligação (Zona de Lisboa)

Em resultado das observações feitas no local em conjugação com a largura do eixo viário e as edificações existentes, considera-se viável a definição de 3 seções, concretamente:

- Ocupação da zona esquerda na zona inicial do traçado (Aeroporto / Rotunda do Relógio / Quinta das Teresinhas) (Figura 3-25);
- Ocupação da zona central da AV<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa entre a Quinta das Teresinhas e o cruzamento desta com a Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique (Figura 3-26);
- Ocupação da zona direita da AV<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa, entre o cruzamento desta com a Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique e o cais da Matinha (Figura 3-27).



Figura 3-25 – Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa (Nascente / Poente)



Figura 3-26 – Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa (Poente / Nascente)



Figura 3-27 – Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique / Cais da Matinha

No tocante à ocupação transversal desta artéria, dada a sua largura, não se afigura complexa a instalação da infraestrutura associada ao traçado proposto, uma vez que esta será elevada. Na Figura 3-28 apresenta-se uma seção correspondente à situação atual (já com a ciclovia instalada recentemente) e na Figura 3-29, mesma seção após a instalação da infraestrutura preconizada.

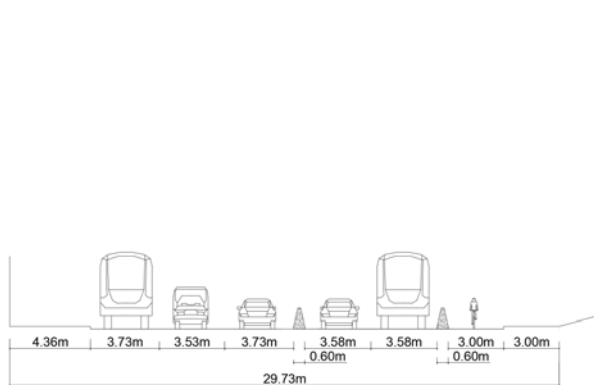


Figura 3-28 – Secção na Avª. Marechal Gomes da Costa (Situação atual)

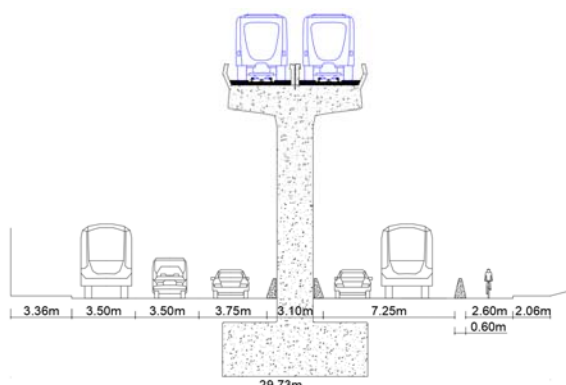


Figura 3-29 – Secção na Avª. Marechal Gomes da Costa (Situação proposta)

Como é usual, a dimensão dos pilares poderá ser objeto de otimização, admitindo-se que a sua seção possa ser inferior do que a considerada neste estudo.

### Atravessamento do rio Tejo

O atravessamento do rio Tejo (Figura 3-30), com origem na zona sul da Expo, caracteriza-se pela existência de 3 alinhamentos retos, ligados por duas curvas em planta, a primeira com um raio de 2000 metros e a segunda, já na aproximação pelo lado norte à atual base, com um raio de 500 metros. A zona final do traçado foi considerada paralela à futura pista.



Figura 3-30 – Proposta de traçado para a futura ligação (Zona do rio Tejo) [1] adaptado

### Margem sul (Montijo)

Relativamente à zona do Montijo, a diretriz terá que ser objeto de ajustamento em particular no que se refere ao *layout* final do futuro aeroporto do Montijo, sendo que não se afiguram dificuldades de maior na materialização, quer do traçado, quer da estação bem como de um eventual prolongamento da nova ligação ao atual terminal fluvial do Montijo<sup>13</sup> (Figura 3-31).



Figura 3-31 – Base Aérea e Terminal do Montijo [1] adaptado

Em fase posterior do estudo, nas ligações aos alinhamentos retos deverão ser consideradas curvas de transição, devidamente ajustadas aos parâmetros dinâmicos que venham a ser definidos pelo material circulante, sendo que estes devem assentar em questões de performance mas igualmente em termos de conforto para os utilizadores, nomeadamente ao nível da aceleração lateral não compensada<sup>14</sup>.

### **3.4.3 Traçado em perfil longitudinal (Rasante)**

Com base na cartografia (cartas militares, cartografia da CML e CMM) e ainda na informação disponível sobre as profundidades do rio Tejo, foi estabelecido um perfil longitudinal (Figura 3-32) associado à diretriz em análise e que pode igualmente ser observado, com mais detalhe nas Peças Desenhadas LAPAM-EV-001 a LAPAM-EV-003.

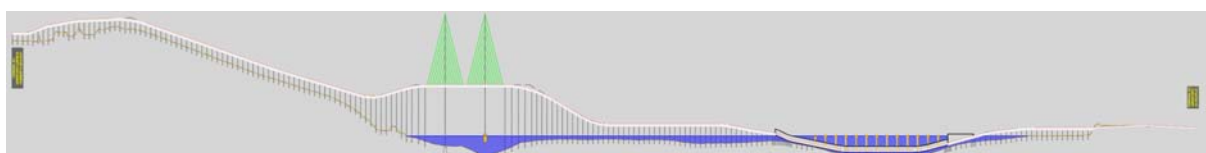


Figura 3-32 – Perfil longitudinal para a nova ligação

Relativamente à rasante proposta, cujas listagens de cálculo são apresentadas no Anexo III, tecem-se os seguintes comentários:

<sup>13</sup> Faz-se no entanto notar que o referido traçado terá que ter em conta, entre outros aspetos, a servidão militar uma vez que parte dos terrenos que atualmente integram a Base irão continuar sobre a tutela militar.

<sup>14</sup> Valor não deverá ultrapassar 0.65 m/s<sup>2</sup>

- Os traneis contemplam inclinações máximas de 60‰, valor muito inferior ao definido nos pressupostos em conformidade com as características do material circulante (120‰);
- Nas ligações entre traneis foram consideradas curvas verticais, onde o raio mínimo é de 1600 metros, valor que cumpre igualmente os pressupostos estabelecidos e permite uma aceleração vertical confortável;
- Na margem norte, a opção de considerar a rasante elevada prende-se com a necessidade de evitar conflitos com as muitas infraestruturas enterradas existentes nesta zona da cidade, nomeadamente de saneamento, abastecimento de água, transporte de energia e telecomunicações<sup>15</sup>, sendo igualmente favorável em termos de custos de investimento e prazos de execução.

Ao longo da Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa, a rasante proposta permite a compatibilização com os atravessamentos pedonais ali existentes (passagens superiores), sendo igualmente compatível com o atravessamento de outros eixos viários, nomeadamente na zona da Segunda Circular (Av<sup>a</sup>. Cidade do Porto e Av<sup>a</sup>. Marechal Craveiro Lopes) e nos viadutos de acesso à Alameda das Comunidades (zona das partidas do Terminal 1 do aeroporto da Portela);

- Fica assegurada a navegabilidade do rio Tejo, tanto no canal da margem norte como no canal da margem sul, sendo que se considera possível, em fase posterior do estudo, a otimização da rasante.

Nas fases seguintes, em resultado da disponibilização de informação mais rigorosa sobre as profundidades do rio e do cruzamento das soluções estruturais mais ajustadas ao local, será possível otimizar as zonas onde a rasante se desenvolverá sobre a água ou em túnel submerso;

- No lado sul, dado que se trata de uma zona plana, não se anteveem dificuldades de maior no ajustamento ao terminal;
- A existência de traneis com inclinação nula é justificada pela não necessidade de assegurar o escoamento das águas da superestrutura de via, tendo em conta a sua reduzida largura.

---

<sup>15</sup> Conflitos com infraestruturas existentes, regra geral conduzem a custos muito acrescidos a que ficam igualmente associados maiores tempos de execução

#### 3.4.4 Estações e terminais

O dimensionamento de qualquer estação e terminal terá sempre que ter em consideração um vasto leque de variáveis, sendo que regra geral as mesmas estarão relacionadas com:

- Características do material circulante;
- Espaço disponível;
- Fluxos de passageiros;
- Condições de acesso às plataformas e conexão com outras áreas envolvidas.

Na presente fase do estudo, parte dessas variáveis não se encontra definida, considerando-se, no entanto, possível a apresentação, embora esquemática, de cenários possíveis para configuração dessas estações / terminais, as quais se entende devem ser implantadas nos seguintes locais:

- Aeroporto da Portela;
- Futuro aeroporto do Montijo;
- Terminal fluvial do Montijo (possibilidade de expansão).

As propostas que se apresentam em seguida, assentam no princípio da criação de composições modulares, constituídas por veículos automáticos, cuja dimensão unitária foi estabelecida em 12 metros, valor em que se enquadra a maioria dos sistemas similares ao proposto e que se encontram em exploração ou em fase de projeto.

Assim, a partir da unidade elementar de 12 metros, as composições poderão ter 12, 24, 36 ou 48 metros, sendo que a sua formação terá que ser devidamente ajustada à procura, tanto ao nível diário como sazonal.

A opção de colocação das plataformas de passageiros (átrios) com uma configuração central relativamente às linhas, tal como as zonas de estacionamento e respetivos itinerários constitui apenas uma proposta, sendo que a configuração final terá que ser ajustada, em fase de projeto às diversas variáveis em presença, bem como aos estudos de procura que será necessário levar a cabo.

Num pré-dimensionamento, considera-se que os átrios deverão ter uma extensão da ordem dos 50 metros, por forma a permitir não só a paragem de composições com 4 unidades elementares, mas igualmente a instalação de todos os equipamentos e instalações complementares, como sejam acessos e zonas de espera. No que se refere à largura dos

átrios e tendo em conta as necessidades referidas foi considerada uma largura da ordem dos 15 metros.

Em termos altimétricos, não se afiguram dificuldades de implantação, considerando-se no entanto desejável que estas se localizem em patamar.

A localização destas instalações terá que ser devidamente articulada com a entidade responsável pela gestão da infraestrutura aeroportuária, garantindo igualmente condições de acessibilidade para o público em geral (átrio 2), nomeadamente procurando a proximidade a terminais de outras redes de transporte.

### Aeroporto da Portela

Considerada a existência de 2 átrios (Figura 3-33), sendo o átrio 1 destinado à utilização pelos passageiros em trânsito, o que obrigará à existência de canais de circulação e controlo pedonal próprios e devidamente isolados. O átrio 2 foi considerado como de utilização pelo público em geral, pelo que a sua localização deverá ser próxima dos terminais rodoviários e do metropolitano.

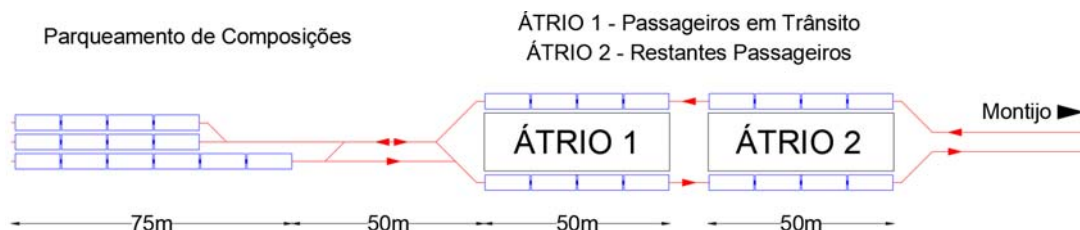


Figura 3-33 – Estação / Terminal no Aeroporto da Portela

Relativamente aos terminais para estacionamento das composições, foram consideradas 3 linhas de topo, onde serão parqueados os veículos que aguardam a sua entrada em serviço, podendo uma delas ser igualmente destinada a ações de manutenção.

### Futuro aeroporto do Montijo

Tal como para o aeroporto da Portela, também aqui foi considerada a existência de 2 átrios (Figura 3-34), sendo o átrio 1 destinado à utilização pelos passageiros em trânsito, o que obrigará à existência de canais de circulação e controlo pedonal próprios e devidamente isolados. O átrio 2 foi considerado como de utilização pelo público em geral, desejavelmente na proximidade dos terminais rodoviários.

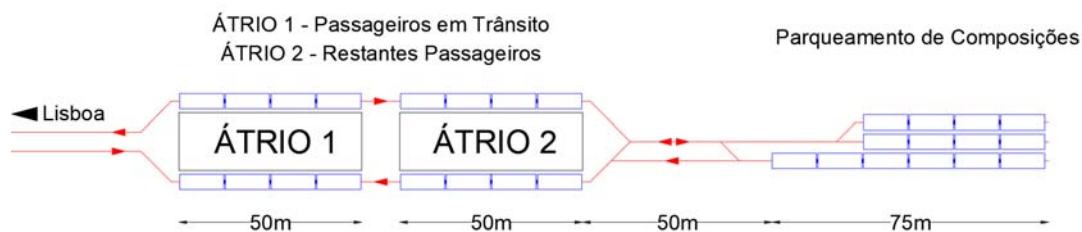


Figura 3-34 – Estação / Terminal no Aeroporto do Montijo

### Ligação ao Terminal Fluvial do Montijo

Tendo em conta a proximidade do terminal fluvial do Montijo ao futuro aeroporto, considera-se interessante a possibilidade de ligação da nova infraestrutura ao transporte fluvial, sendo que tal poderá ser feito numa segunda fase (expansão), devendo no entanto ser salvaguardadas as condições que permitam a sua viabilização.

Neste cenário (Figura 3-35), duas das três linhas de topo consideradas no cenário anterior para estacionamento seriam transformadas em linhas de passagem, sendo os topos de estacionamento deslocados para a zona do terminal fluvial, na continuidade do cais de acesso geral que ali seria construído.

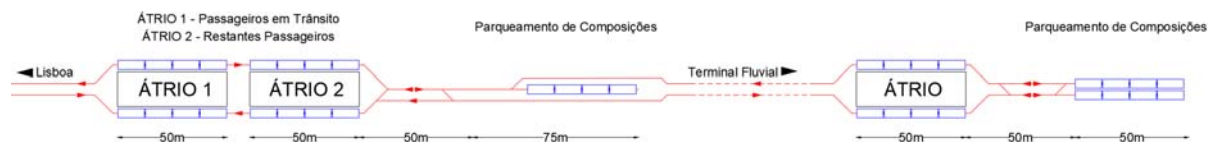


Figura 3-35 – Estação / Terminal no Aeroporto do Montijo (prolongamento ao Terminal Fluvial)

### Outras estações

Dada a elasticidade e características deste sistema de transporte e do traçado proposto, é possível equacionar novas interfaces, como por exemplo na zona de Cabo Ruivo, para ligação à Rede do Metropolitano de Lisboa, sendo que as decisões sobre as mesmas devem ser devidamente ponderadas, tendo em conta os diversos fatores envolvidos, nomeadamente os que decorrem do aumento do tempo de percurso em resultado da introdução de novas paragens.

### **3.5 INFRAESTRUTURA**

Para a ligação proposta no presente documento, a infraestrutura assume um papel muito importante, não só pela sua extensão (certa de 11.6 Km), mas igualmente pela sua heterogeneidade, uma vez que a mesma terá que ser implementada em diferentes meios e com características distintas.

Com efeito, ao longo do traçado, podemos identificar as seguintes zonas:

- Margem norte, onde a mesma assentará essencialmente na utilização de viadutos, para permitir assim a minimização da ocupação do espaço disponível, bem como reduzir custos de construção em alternativa a uma solução em túnel;
- Atravessamento do rio Tejo, onde para além da necessidade de ultrapassar este obstáculo natural é necessário salvaguardar a navegabilidade nos dois canais de navegação identificados;
- Margem sul, zona que apresenta características planas e onde a solução a instalar deverá ser o mais próxima possível do solo.

Se bem que para a margem norte e para a margem sul, as soluções para a futura estrutura deverão assentar em modelos ditos convencionais, já para a zona de atravessamento do rio o mesmo não se passa, pelo menos em Portugal, pelo que se entendeu de todo o interesse, fazer em seguida, embora de forma resumida, uma descrição para as estruturas flutuantes, as quais constituirão a base da solução proposta.

#### **3.5.1 Estruturas Flutuantes**

O recurso a este tipo de estruturas é geralmente indicado para locais onde as construções convencionais (pontes e/ou túneis) se consideram tecnicamente desajustadas e/ou inoportáveis em termos de investimento.

##### **Histórico de utilização**

Os historiadores defendem que as primeiras pontes flutuantes surgiram na China por volta do século XIII A.C., mas só mais tarde, no século III A.C. é que de facto existe alguma evidência da primeira ponte flutuante permanente, estas primeiras pontes tratavam-se de estruturas rudimentares constituídas por barcos dispostos transversalmente e amarrados de forma a não se moverem.

Por motivos, regra geral bélicos, existem igualmente relatos da utilização deste tipo de estruturas como é o caso da chamada ponte do rei Xerxes, mandada construir por este no ano 480 ac, no atual estreito de Dardanelos na Turquia, durante a sua campanha para invadir a Grécia.



Figura 3-36 – Ponte do Rei Xerxes [30]

Tratava-se de uma ponte, com cerca de 1.5 Km de extensão, suportada sobre centenas de barcos amarrados e colocados de forma transversal conforme se ilustra na Figura 3-36.

Reza a história que esta ponte não terá constituído um sucesso, pois terá sido destruída por uma tempestade e em consequência de tal infortúnio o rei terá mandado açoitar o maior por ter tido uma atitude de desrespeito para consigo.

Em Portugal, também no passado existem registos da utilização deste tipo de estruturas como é o caso da chamada “ponte das barcas” que terá sido construída no ano de 1806, com o recurso a cerca de duas dezenas de barcaças, para permitir o atravessamento do rio Douro entre o Porto e Gaia (Figura 3-37).

Também esta a esta ponte estão associados acontecimentos trágicos, uma vez que em resultado da entrada na cidade do Porto das tropas francesas, durante a chamada “segunda invasão francesa”, a população assustada e descontrolada, tentou fugir atravessando a ponte, tendo esta cedido e em consequência morrido cerca de quatro mil pessoas.



Figura 3-37 – Ponte das Barcas, Porto [30]

Se bem que num passado distante as estruturas flutuantes, se tenham traduzido na junção de conjuntos de embarcações, amarradas entre si, com o objetivo de permitir o atravessamento de extensões de água, por pessoas e ou veículos de tração animal, também é igualmente verdade que, com o passar dos tempos e a evolução tecnológica que está associada à humanidade, essas estruturas, que hoje se podem considerar simplistas, deram lugar a estruturas modernas e que podem vencer distâncias muito maiores e complexas, encurtando assim tempos de deslocação e minimizando custos perante soluções alternativas.

Em seguida são apresentadas algumas soluções, de construção recente, ou que se encontram em projeto e que serão brevemente materializadas.

#### Ponte SR520 (Estados Unidos da América)

“A nova ponte flutuante SR520 (Figura 3-38), sobre o lago *Washington* da estrada estadual SR520, foi inaugurada em 2016 e une as cidades de *Seattle* e *Bellevue*, substituindo a ponte anterior (construída em 1963). É mais larga, com uma via para bicicletas e pedestres e a mais longa do mundo em sua categoria. A estrutura reforçada com pilares de estabilidade, ganhou em 2017, o Prémio Nacional de Engenharia dos Estados Unidos.” [31]



Figura 3-38 – Ponte flutuante SR520 [31]

#### Aeroporto internacional de *Kansai* (Japão)

“*Osaka* necessitava de uma nova infraestrutura aeroportuária mas, como as demais cidades do Japão, tinha problemas de espaço. Assim, a maioria das 10.000 pessoas que visitaram o aeroporto internacional de *Kansai* no primeiro mês após sua inauguração, em setembro de 1994, só queria conhecer de perto a espetacular solução: construir o primeiro aeroporto flutuante do mundo, (Figura 3-39). [31]



Figura 3-39 – Aeroporto internacional de Kansai (Japão) Osaka [31]

#### Ponte Danyang-Kunshan (China)

“Com seus 164,8 quilómetros, a grande ponte *Danyang-Kunshan* (Figura 3-40) é a mais longa do mundo. Está localizada entre Xangai e *Nanguim*, na província chinesa de *Jiangsu* e é parte da estrada que liga Pequim a Xangai. A obra começou em 2008 e foi inaugurada em 2011. [31]



Figura 3-40 – Ponte Danyang-Kunshan [31]

### Túnel submerso na travessia de Sognefjorden (Noruega)

“Trata-se de uma situação em projeto que a Administração Pública de Estradas da Noruega (NPRA) anunciou com a intenção de construir o primeiro túnel subaquático flutuante do mundo que permita a travessia do *Sognefjorden*, o maior fiorde do mundo, ligando *Lavik* a *Oppedal*. Devido às profundidades extremas do fiorde, que ultrapassam os mil metros em alguns pontos, a construção de uma ponte convencional estava fora de questão, pelo que a NPRA optou por uma estrutura rodoviária tubular, subaquática, suportada por flutuadores à superfície e ancorada ao leito do fiorde para maior estabilidade (Figura 3-41).” [32]



Figura 3-41 – Projeto do Túnel submerso na Noruega [32]

### Ponte flutuante (Maldivas)

“Uma ponte convencional necessitaria de varias fundações no solo marítimo o que não só implicaria um custo de obra elevado, mas também teria um grande impacte negativo em qualquer forma de vida existente. Assim surgiu o projeto de uma ponte flutuante (Figura 3-42) com 330m de extensão e que será sustentada por flutuadores de aço circulares de 4m de diâmetro que serão preenchidos com gás de modo a evitar a corrosão”. [31]



Figura 3-42 – Projeto ponte flutuante nas Maldivas [31]

### Ciclovía auto sustentável na margem sul do Tamisa (Londres)

“Existe uma proposta que pretende melhorar significativamente a dinâmica da rede de ciclovias de Londres, através da construção de uma plataforma flutuante de 12 quilómetros de comprimento, para circulação de peões e ciclistas, junto à margem Sul do Rio Tamisa (Figura 3-43). O projeto permitirá otimizar as ligações entre as principais zonas centrais da cidade, sem necessidade de complexas obras de requalificação no congestionado coração financeiro da capital”. [33]



Figura 3-43 – Projeto ciclovía sustentavel flutuante Tamisa - Londres [33]

### Central eólica em Viana do Castelo (Portugal)

“Em Portugal, ao largo de Viana do Castelo, esta em construção a 1ª central eólica localizada no mar (Figura 3-44), constituída por 3 turbinas flutuantes” [34]



Figura 3-44 – Turbina eólica ao largo de Viana do Castelo, Portugal [34]

### **Conceito de estrutura flutuante**

O conceito de estrutura flutuante, numa ótica do impulso hidrostático equilibrar as cargas que atuam sobre um corpo tem por base o denominado Princípio de Arquimedes: “Todo o corpo mergulhado num fluido em repouso, fica sujeito a uma força vertical que atua debaixo para cima, cuja intensidade é igual ao valor do peso do fluido deslocado pelo corpo.” (1) [35]

$$I = \rho_f * V_f * g \quad (1)$$

Em que:

*I* – Impulso - *N* (força hidrostática resultante exercida por um fluido (líquido ou gás) em condições hidrostáticas sobre um corpo que nele esteja imerso).

*ρ<sub>f</sub>* – Densidade do líquido – *kg/m<sup>3</sup>*

*V<sub>f</sub>* – Volume da água deslocada - *m<sup>3</sup>*

*g* – Aceleração da gravidade – *9.8 m/s<sup>2</sup>*

“Para uma análise estrutural, uma ponte flutuante pode ser considerada, ainda que de uma maneira muito simplificada como uma viga em apoios elásticos em que as cargas verticais são resistidas pela impulsão. Por outro lado, as forças longitudinais e transversais são resistidas por um sistema de âncoras e/ou por elementos estruturais.” [35]

Conforme se depreende do próprio nome, uma estrutura flutuante está implicitamente associada a um flutuador, que não é mais nem menos do que um elemento dessa estrutura, devidamente dimensionado para resistir às diversas solicitações (cargas, correntes, vento, agressividade química, etc) que podem assumir diversas formas e dimensões e ser construídos em diferentes materiais.

Estes flutuadores, para manterem a sua posição e garantirem a estabilidade da estrutura a que estão ligados são amarrados ao lito através de âncoras.

### **Tipos de estruturas flutuantes e métodos construtivos**

Atualmente uma ponte flutuante, que na prática se pode resumir à junção de estruturas de betão ou metal, com capacidade de flutuação poderão assentar em dois tipos de flutuadores:

- Contínuos (Figura 3-45);
- Discretos (Figura 3-46).



Figura 3-45 – Ponte com flutuador contínuo [30]



Figura 3-46 – Ponte com flutuadores separados [30]

A solução a adotar terá naturalmente, como em qualquer obra de engenharia, que ter em conta os múltiplos fatores envolvidos nomeadamente:

- A função da estrutura a construir;
- As cargas expectáveis na estrutura;
- As características dos solos nomeadamente do leito para fixar as amarrações dos flutuadores;
- A extensão a vencer;
- O tipo e quantidade de tráfego na zona;
- A qualidade e tipo de água na zona (salina ou doce);
- A profundidade;
- Correntes e marés;
- Ambiente, etc.

Quanto ao tipo de construção as mesmas podem assentar nas seguintes soluções:

- Construção “in situ”;
- Pré-fabricação;
- Soluções mistas.

## Flutuadores

Os flutuadores assumem um papel determinante na estrutura uma vez que são os elementos responsáveis pela estabilidade desta, suportando as cargas que lhe são transmitidas e resistindo igualmente às restantes forças envolvidas, nomeadamente a pressão da água e correntes, bem como a outros agentes externos, como por exemplo a agressividade química.

Regra geral, os flutuadores são construídos com várias células, tal como os compartimentos dos navios tanque, o que impedirá a inundação de todo o conjunto em situações de entrada de água decorrente de uma situação anómala, como por exemplo um embate por parte de uma embarcação.

Os flutuadores são caracterizados em função da sua geometria, que pode assumir diversas formas, cada uma delas, regra geral, associada a um fim específico.

No anexo II são apresentadas algumas dessas características que se resumem em seguida:

- Seção transversal;
- Planta;
- Ligações entre flutuadores;
- Pontes de acesso;
- Sistemas de ancoragem;
- Aberturas para a navegação.

Os flutuadores podem ser construídos em diferentes materiais, sendo de destacar os seguintes:

- Betão;
- Aço (Figura 3-47);
- Poliuretano elastómero (Figura 3-48);
- Espuma de polietileno de célula fechada (Figura 3-49)

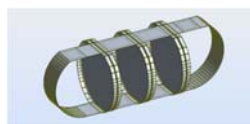


Figura 3-47 – Esqueleto de aço de um flutuador [31]



Figura 3-48 – Boia de amarração em poliuretano elastómetro [36]

Característica	Elastopor H 1623/...			Unidade	Norma
	.1/30*	.2/40*	.3/50*		
Densidade	35	42	51	Kg/m <sup>3</sup>	UNE EN 1602
Resist. à compressão (10 % de deformação)	0.17	0.24	0.40	N/mm <sup>2</sup>	UNE EN 826
Absorção de água (depois de 168 h)	<3	<3	<2	% vol	EN 12087
Teor de células fechadas	> 90	> 90	> 90	%	ISO 4590

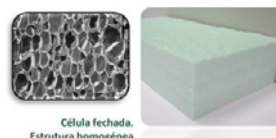


Figura 3-49 – Características da espuma de polietileno de célula fechada [31]

A escolha do tipo de material terá inevitavelmente que ser feita caso a caso, em função de todas as variáveis envolvidas (dimensão da estrutura, cargas, correntes, meio químico, etc).

No presente estudo e apenas numa ótica de pré-dimensionamento, optou-se pela combinação de diferentes materiais na composição do flutuador previsto para a ponte atirantada (Figura 3-50), de forma a obter as propriedades pretendidas para este, como sejam estanquidade, rigidez, resistência ao ambiente químico, resistência ao embate (sem perda imediata de capacidade de impulsão) e ao desgaste. Os diferentes materiais referidos anteriormente são:

- Aço;
- Espuma de polietileno de célula fechada;
- Poliuretano elastómero de grande resistência a impactos.

Foram considerados flutuadores nas duas direções uma vez que as paredes aumentam a rigidez tanto na direção transversal como longitudinal.

No que se refere às estruturas de suporte para o túnel (Figura 3-51) foi previsto que o mesmo seja constituído por tubos e aros de aço inoxidável.

Relativamente aos sistemas de ancoragem será necessário ter em conta os prováveis assentamentos diferenciais.

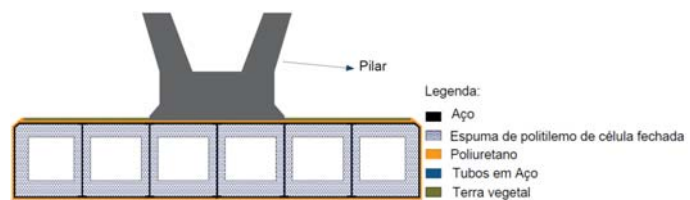


Figura 3-50 – Flutuador principal da ponte atirantada – pilar nascente

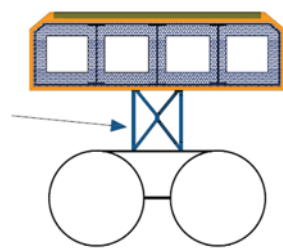


Figura 3-51 – Estrutura de Flutuador na zona em túnel

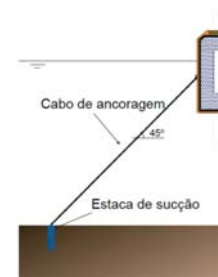


Figura 3-52 – Sistema de ancoragem

Por outro lado, dado que deverão ser utilizados flutuadores iguais para todos os pilares e estes possuem carregamentos ligeiramente diferentes torna-se imperativo dotar a estrutura de um mecanismo que assegure que todos os flutuadores estão à mesma cota.

Os flutuadores ficarão com 2 metros de altura acima da água, sendo a sua estabilidade assegurada por meio de âncoras, associadas a estacas (Figura 3-52), podendo estas ser do tipo sucção (Figura 3-53) ou torpedo (Figura 3-54).

Os materiais preconizados serão correntes de aço inoxidável nas amarras e cabos de aço em fibras sintéticas.



Figura 3-53 – Estacas de sucção [37]



Figura 3-54 – Estacas torpedo [37]

## Aspetos Gerais de Dimensionamento

“A estrutura deve resistir às combinações de cargas indicadas no Euro código 2 para este tipo de obras de arte. Combinações adicionais que incluam as forças aplicadas pelo vento, ondas, impacto de embarcações, mudanças de temperatura também devem igualmente ser consideradas uma vez que estas poderão ser condicionantes no dimensionamento de parte da estrutura”. [38]

As ações a considerar para o dimensionamento de uma estrutura flutuante terão, como em qualquer estrutura, que ter em conta não só os aspetos específicos (extensão, cargas, etc) como os aspetos particulares em que as mesmas serão construídas (vento, correntes, marés, temperaturas de funcionamento, etc)

Regra geral devem ser consideradas as seguintes ações:

- Permanentes:
  - Peso próprio, o qual está diretamente associado às dimensões e materiais que constituem a estrutura;
  - Restantes cargas permanentes, onde se incluem componentes como lancis, passeios, guarda-corpos, etc.
- Sobrecargas
  - Cargas verticais rodoviárias (ou ferroviárias);
  - Cargas horizontais resultantes das ações de frenagem e aceleração;
  - Pressões hidrostáticas;
  - Ventos;
  - Correntes;
  - Variações da cota da superfície livre (marés);
  - Falha de um flutuador<sup>16</sup>;
  - Embate de embarcações;
  - Temperatura;
  - Gelo;
  - Ondas;
  - Combinação de ações.

---

<sup>16</sup> A inundação de um destes elementos não pode comprometer a estabilidade da estrutura

## Equipamentos para construção em meio aquático

Num projeto de obras marítimas ou fluviais, a operação e os equipamentos assumem grande relevância dado conduzirem à movimentação de materiais e equipamentos através de barcos rebocadores (Figura 3-55), cujas dimensões serão em função dos volumes, tipo e natureza das cargas e dos equipamentos envolvidos.



Figura 3-55 – Barco rebocador [39]

É ainda através do estudo operacional que se define o dimensionamento das principais instalações de infraestruturas e

apoio, necessárias ao bom funcionamento da obra, tais como instalações de abastecimento, áreas de administração, áreas cobertas (armazéns), acessibilidades terrestres, entre outras.



Figura 3-56 – Guindaste em plataforma [40]

Complementarmente e conjugado com o estudo operacional, deverá ser determinado o tipo mais adequado de equipamentos de movimentação de cargas. Podem ser utilizados equipamentos de carga e descarga, cujos tipos e natureza podem variar de acordo com as suas funções. Dos principais tipos de equipamento móvel que operam na carga e descarga podem citar-se, os guindastes / guas (Figura 3-56), eventualmente instalados

em plataformas móveis e os pórticos de cais ou de terra. Estes guindastes podem operar com garras, guinchos ou outros apetrechos para manuseamento das cargas, de acordo com a sua natureza. [40]

### 3.5.2 Solução proposta para a Infraestrutura

Para a extensão total do traçado (cerca de 11.6 km), fruto dos diversos constrangimentos identificados, nomeadamente o espaço disponível na zona terrestre e o atravessamento do rio Tejo, considera-se que, maioritariamente a laje de via deverá estar associada a obras de arte, sejam elas viadutos, pontes, túnel, zonas de transição (“ilhas”) ou à superfície (Figura 3-57).

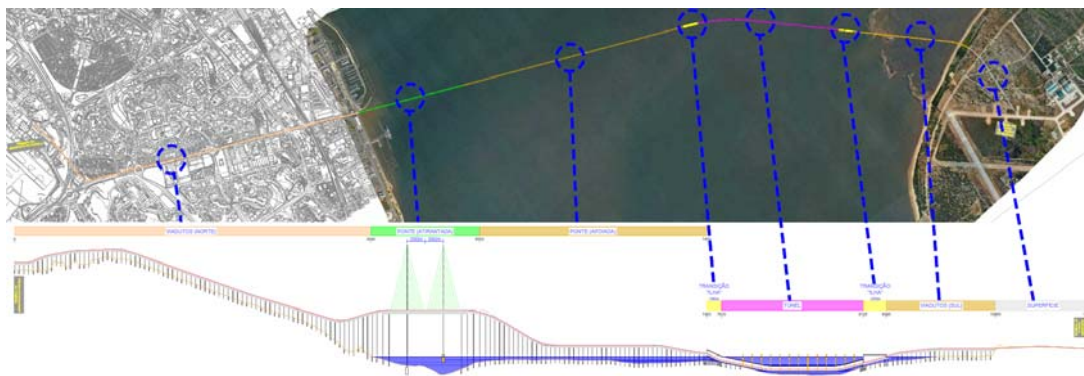


Figura 3-57 – Solução proposta para a infraestrutura (Planta e Perfil Longitudinal)

Em termos gerais, estruturalmente, a solução preconizada, contempla as seguintes seções:

- Km 0+000 / Km 3+840: Viadutos (Norte);
- Km 3+840 / Km 5+000: Km Ponte sobre o rio Tejo – (Seção atirantada);
- Km 5+000 / Km 7+450: Ponte sobre o rio Tejo – (Seção apoiada);
- Km 7+450 / Km 7+610: Zona de transição Ponte / Túnel (“Ilha”);
- Km 7+610 / Km 9+135: Túnel;
- Km 9+135 / Km 9+385: Zona de transição Túnel / Viadutos (Sul) (“Ilha”);
- Km 9+385 / Km 10+560: Viadutos (Sul);
- Km 10+560 / Km 11+580: Superfície.

Para cada uma das seções identificadas anteriormente, procede-se em seguida a uma caracterização das mesmas, sugerindo-se que a leitura seja acompanhada pela observação da peça desenhada LAPAM-EV-004, onde igualmente são apresentados diversos pormenores, nomeadamente seções tipo.

Relativamente às dimensões apresentadas, as mesmas têm como função demonstrar a viabilidade das soluções, sendo que, como é usual, as mesmas serão objeto de otimização em resultado não só do seu aprofundamento, mas igualmente em função da informação de base com maior rigor.

## Viadutos (Norte) – Km 0+000 / Km 3+840

Este tipo de estrutura, com uma extensão de 3840 metros, permitirá a construção da totalidade da linha entre o terminal do aeroporto da Portela e a zona do rio (Figura 3-58), sendo constituído por pilares centrais e que na zona da Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa irão assegurar a sua continuidade em termos de eixo viário, sendo igualmente compatíveis com as intenções da CML, para a instalação nesta zona de um novo modo de transporte (ou reformulação dos existentes).

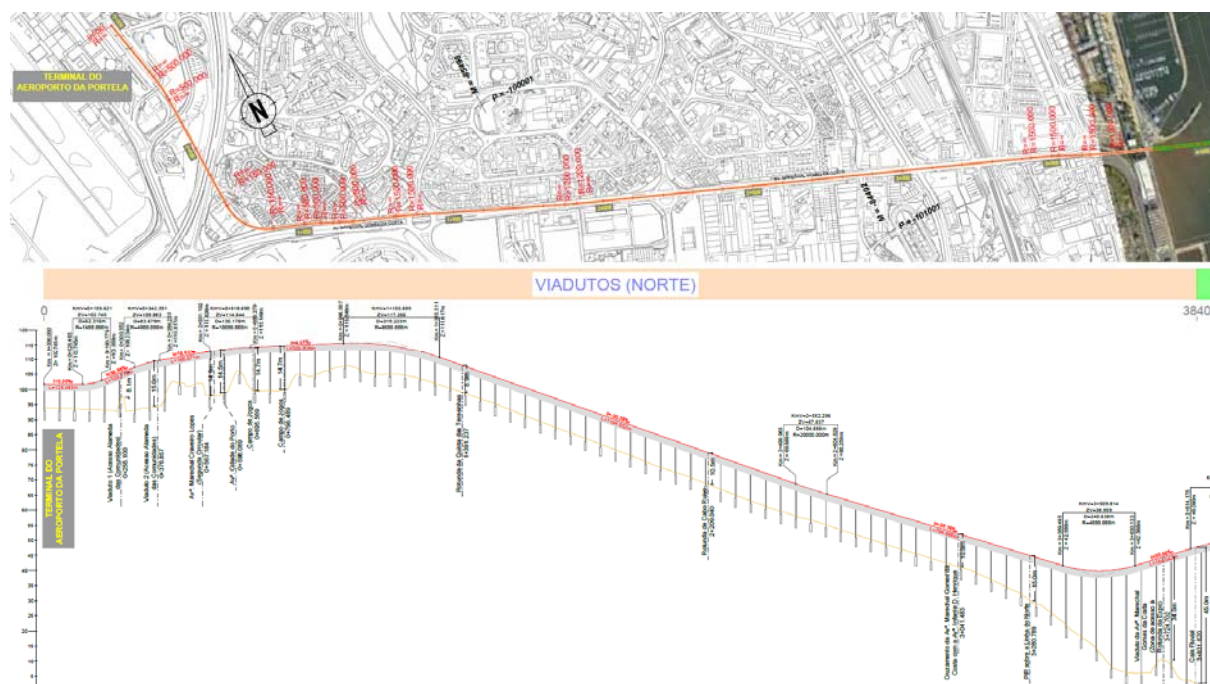


Figura 3-58 – Viadutos norte

Preconiza-se uma localização elevada, com uma seção da ordem dos 7.75 metros<sup>17</sup> (Figura 3-59), a materializar através de pilares, com um afastamento médio entre si de 50 metros, espaçamento que terá que ser devidamente ajustado à solução estrutural definitiva e terá que ter igualmente em conta os condicionamentos locais, como sejam zonas de cruzamento com eixos viários existentes e infraestruturas enterradas.

Na zona do terminal, a localização definitiva da estação terminal terá que ser devidamente articulada com a entidade que tem a seu cargo a gestão da infraestrutura aeroportuária, devendo no entanto ser uma solução que minimize as distâncias a percorrer, a pé, pelos

<sup>17</sup> Tratando-se de uma zona em terra, em que, perante situações de emergência se pressupõe um acesso rápido e fácil de meios de socorro, considera-se dispensável a existência de passeios laterais de evacuação, situação que no entanto deverá ser revista em fase posterior do estudo

futuros utilizadores, independentemente do seu destino ou origem (passageiros em trânsito ou não).

Como possível zona para localização desta estação deverá ser equacionado o espaço livre existente na zona em frente ao atual terminal das chegadas.

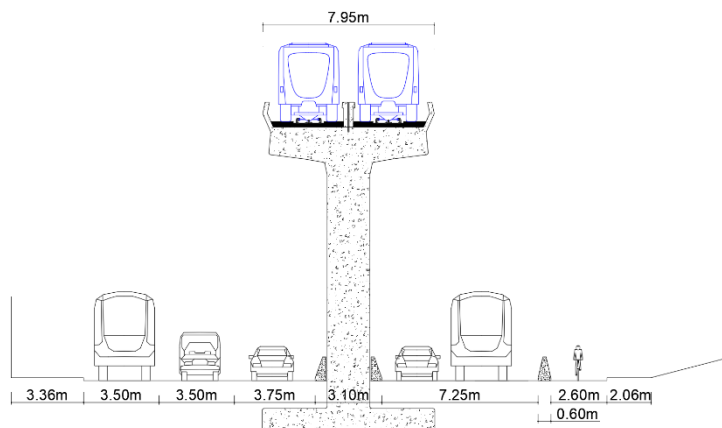


Figura 3-59 – Viadutos norte (Seção Transversal)

### Ponte sobre o rio Tejo – (Zona atirantada)

Esta zona inicia-se ao km 3+840 e termina ao Km 5+000 (Figura 3-60), o que se traduz numa extensão de 1160m e assenta na construção de uma ponte atirantada, em que, na zona central, a diferença entre a cota da rasante e a cota de referência da água no rio é de 50 metros, o que permitirá a obtenção de um tirante de ar da ordem dos 47 metros, idêntico ao da Ponte Vasco da Gama, localizada a montante, sendo portanto compatível com as necessidades para assegurar a navegabilidade do rio nesta zona.

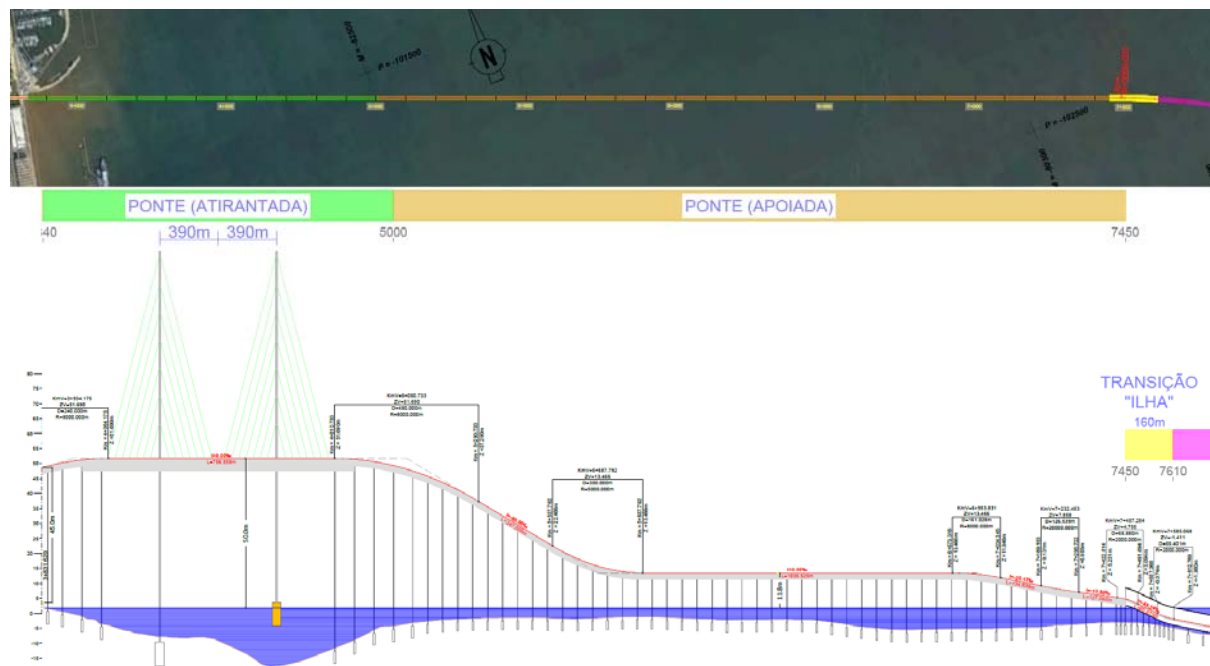


Figura 3-60 – Ponte (zona atirantada e zona apoiada) e transição Ponte / Túnel

Em fase posterior do estudo, com informação de base mais rigorosa, nomeadamente ao nível batimétrico, considera-se viável a obtenção de uma solução mais otimizada e que poderá conduzir a uma menor extensão da zona da ponte em patamar e por conseguinte a uma redução da altura dos pilares nas suas extremidades.

Para esta estrutura foi considerada a construção de 2 pilares, sendo o poente fundado no leito do rio e o nascente assente numa estrutura flutuante (flutuador), uma vez que apenas para este existe profundidade suficiente para a sua materialização.

Na zona do atual canal de navegação (cerca de 800 metros), junto à margem norte, a estrutura assentará em dois pilares, sendo um fundado no leito do rio e o outro construído com recurso a uma estrutura flutuante (Figura 3-61).

Transversalmente, para além do espaço necessário à circulação dos veículos deverá igualmente ser considerado espaço para circulação em ações de manutenção e que sirvam igualmente como zona de escapatória pelos passageiros em caso de incidente, nomeadamente paragem indevida do sistema (Figura 3-62).

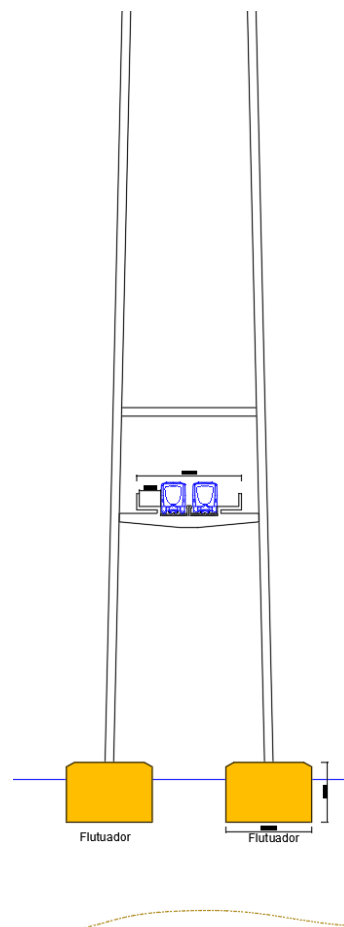


Figura 3-61 – Ponte - Zona atirantada (Seção Transversal)

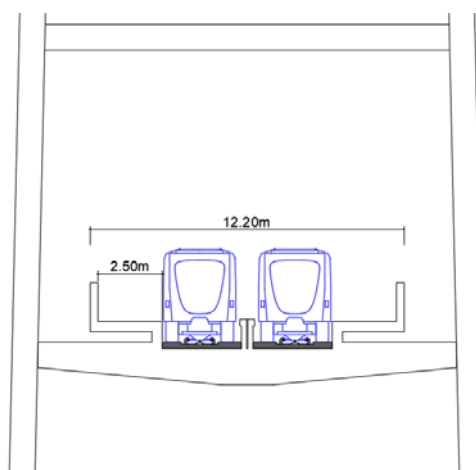


Figura 3-62 – Ponte - Zona atirantada (Seção Transversal)

### Ponte sobre o rio Tejo – (Zona apoiada)

A construir no seguimento da zona atirantada, concretamente entre o km 5+000 e o km 7+450 (Figura 3-60), com uma extensão de 2450 metros, tem por base pilares fundados no leito do rio com um afastamento médio entre si de 50 metros, afastamento que, em fase posterior do estudo se considera passível de ser otimizado.

Transversalmente, e pelas razões já mencionadas, deverão ser considerados passeios laterais com 2.50 metros de largura, conforme se pode observar na Figura 3-63.

A diferença entre a rasante e cota de referência das águas do rio situa-se na ordem dos 11.80 metros, valor que permite, embora com restrições a navegabilidade na zona.

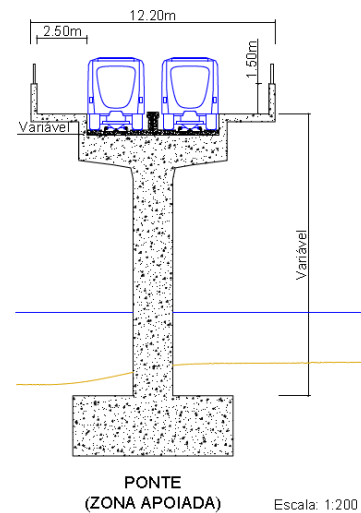


Figura 3-63 – Ponte - Zona apoiada (Seção Transversal)

### Zona de Transição Ponte / Túnel (“ilha”)

Entre o Km 7+450 e o Km 7+610, (Figura 3-60) para permitir a transição entre a zona da ponte apoiada e o túnel que se lhe segue, deverá ser construída uma ilha artificial (160 x 20 m<sup>2</sup>), com as características apresentadas na Figura 3-64.

Em termos planimétricos, será também nesta zona que será feito o alargamento do entre-eixo das duas vias, uma vez que na zona em túnel, cada uma das vias estará associada a uma seção tubular independente.

Para além das funções referidas, esta “ilha” funcionária ainda como uma medida de compensação de alguns impactos negativos da nova ligação ao nível da flora e da fauna (aves).

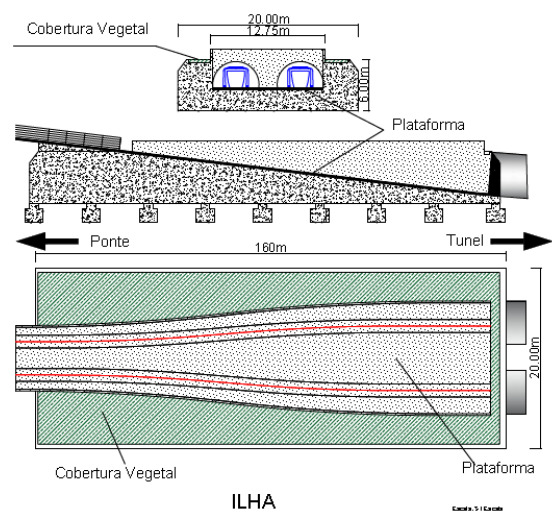


Figura 3-64 – “Ilha” artificial (Planta e Cortes)

## Túnel

Entre o Km 7+610 e o Km 9+135 foi considerado um túnel (Figura 3-65) com uma extensão de 1525 metros, permitindo assim vencer a zona do canal no lado nascente do rio, minimizando as interferências com a navegabilidade do rio (9.90m livres).

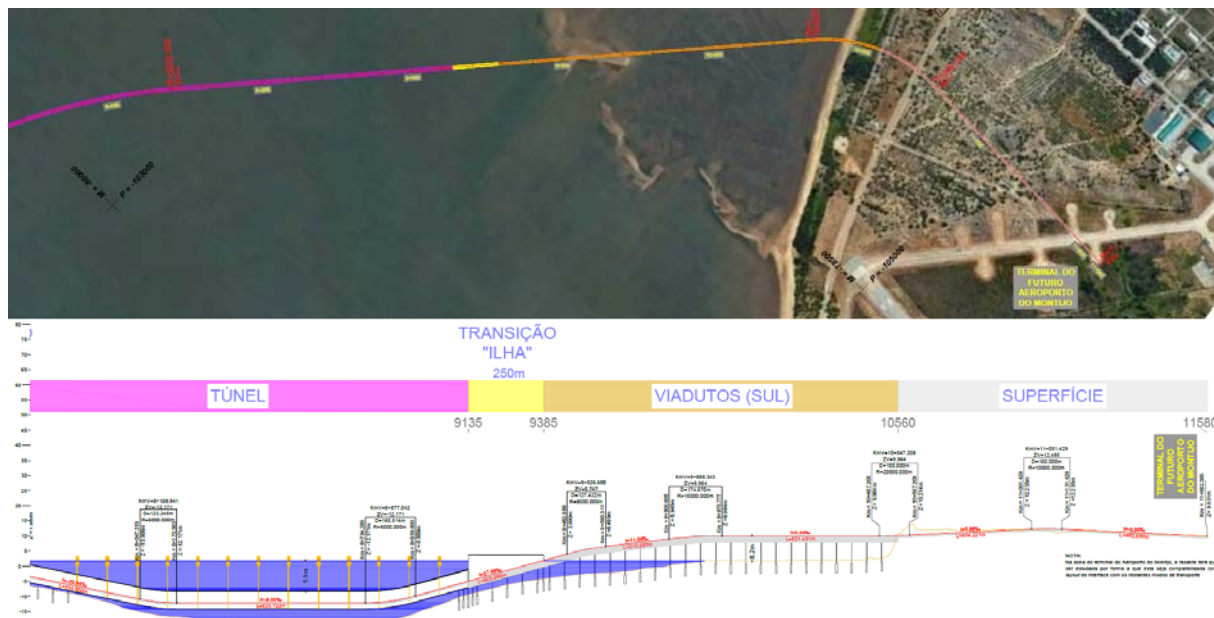


Figura 3-65 – Túnel, Zona de transição Túnel / Viadutos (Sul) e Plataforma

Este túnel, suportado também na utilização de estruturas flutuantes deverá ser constituído por duas seções independentes, cada uma associada a sua via (VA – Via Ascendente e VD – Via Descendente).

A opção de considerar, na zona em túnel, seções separadas (Figura 3-66), teve em consideração permitir seções de menor dimensão, portanto mais ajustadas à profundidade do rio e que por sua vez originam igualmente menores esforços ao nível das estruturas flutuantes. No entanto, em fase posterior do estudo esta premissa deverá igualmente ser objeto de reavaliação.

Aspetto igualmente importante que deverá ser devidamente estudado em fase posterior prende-se com a observação das condições de segurança em túneis, que poderão levar à necessidade de ligação entre as seções tubulares, bem como

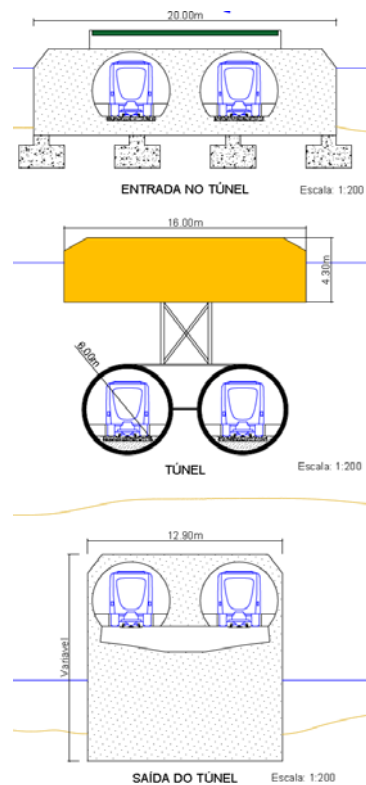


Figura 3-66 – Túnel (Seções Transversais)

à construção de eventuais saídas para utilização em situação de emergência.

### Zona de transição Túnel / Viadutos (sul) (“ilha”)

Tal como para a zona de início do túnel, também para a sua saída, entre o Km 9+135 e o Km 9+385 (Figura 3-65), foi prevista a construção de uma “ilha” que permitirá a transição entre o túnel e os viadutos (Sul), (Figura 3-67) funcionando uma parte como “trincheira” (a céu aberto na zona exterior da água) e permitindo, desta vez a junção entre as duas vias).

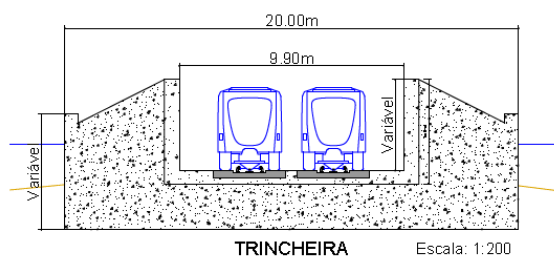


Figura 3-67 – Trincheira (Seção Transversal)

### Viadutos (Sul)

Entre a zona de transição referida anteriormente e a zona de terra na margem sul foi considerada novamente uma construção elevada, viadutos (Sul), (Figura 3-65) concretamente entre o Km 9+385 e o Km 10+560, numa extensão de 1175 metros, em que a diferença de cotas entre a rasante e a linha de referência das águas do rio ou do terreno (inundável) é da ordem dos 8.20 metros.

Em termos de seção transversal (Figura 3-68), a mesma é similar à da ponte em zona apoiada, sendo que o passeio de evacuação poderá ser objeto de redução para 1.80 metros, dada a proximidade da estrutura a terra e a uma maior facilidade de acesso dos meios de socorro em situação de emergência.

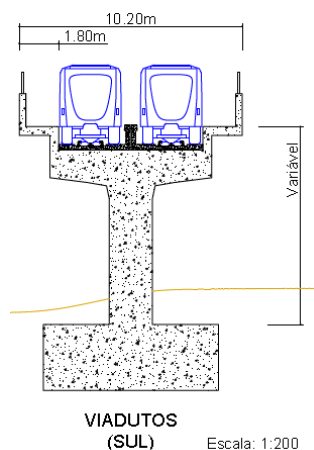


Figura 3-68 – Viadutos (sul) (seção Transversal)

## Superfície

O troço final do traçado (Figura 3-65), entre o Km 10+560 e o Km 11+580, numa extensão de 1020 metros, deverá ser construído à superfície, com uma plataforma da ordem dos 7.25 metros, devidamente ajustada ao terreno através de taludes de aterro e de escavação e dotada de um sistema de drenagem adequado (Figura 3-69). Todo o canal deve ser vedado por forma a impedir a intrusão de pessoas e animais.

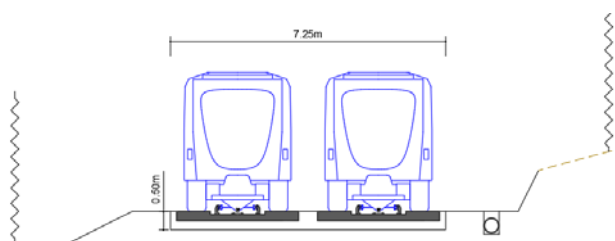


Figura 3-69 – Zona à superfície (Seção Transversal)

Na zona do terminal do Aeroporto do Montijo, a rasante terá que ser estudada para que esta seja compatibilizada com *layout* do interface com os restantes modos de transporte.

### 3.5.3 Serviços afetados

Sendo os apoios da futura infraestrutura discretos, e não tendo pré-estabelecida nenhuma extensão máxima ou mínima entre eles, considera-se que os mesmos serão facilmente ajustados à posição de infraestruturas existentes, as quais têm maior impacto na zona de terra, no troço entre a zona portuária e o atual aeroporto da Portela, com especial incidência na zona da Av<sup>a</sup>. Infante D. Henrique, onde é conhecida a existência de importantes eixos rodoviários e ferroviários<sup>18</sup>, como diversas redes de abastecimento (EPAL), de saneamento e de telecomunicações.

Pese o facto desta constatação, em fase de projeto será imprescindível uma correta caracterização da situação existente e posteriormente a sua compatibilização, de forma integrada com a solução a desenvolver, não sendo à partida de excluir eventuais necessidades de reposicionamento de infraestruturas existentes.

<sup>18</sup> Linha do Norte, em via quádrupla a sul da referida avenida e o Metropolitano de Lisboa (Linha Vermelha) na zona da Estação de Cabo Ruivo

### 3.6 MATERIAL CIRCULANTE E SUPERESTRUTURA DE VIA

Sendo o principal objetivo a ligação entre duas infraestruturas aeroportuárias, que distam cerca de 11.6 km entre si e sendo expectável uma procura significativa (pese o facto de não ter sido possível a obtenção de dados concretos da mesma<sup>19</sup>), mas em que será necessário ajustar a capacidade de transporte aos “picos” da procura, tanto diária como sazonal, considera-se que a solução deverá passar por um sistema próprio, equipado com veículos de condução automática, equipados com pneus<sup>20</sup> e já testados e implementados em casos similares.

Com efeito, o tipo de ligação pretendida no presente estudo não constitui um caso único dado que, independentemente das variáveis referidas anteriormente assumirem valores diferentes, já foram implementados (ou estão em projeto), diversos sistemas que asseguram a mobilidade e permitem a ligação, nomeadamente a aeroportos, conforme, a título não exaustivo, se pode observar no Quadro 3-II e na Figura 3-70.

Quadro 3-II – Sistemas de transporte automáticos (Exemplos) [41]

Local	Estado	Ext. Km	Nº. Veículos	Nº. Estações	Início Exploração	Tipo
Frankfurt - Airport	Em construção	5.6	24	3	2023	Aeroporto
Bangkok - Suvarnabhumi Airport	Em construção	1.0	12	2	2020	Aeroporto
Rennes - Linha B	Em construção	12.6	50	15	2020	Urbano
Uijeongbu (Coreia do Sul)	Em serviço	11.0	30	15	2012	Urbano
Paris - CGD Airport - Linha 2	Em serviço	0.9	22	3	2012	Aeroporto
Paris - CGD Airport - Linha 1	Em serviço	3.3	14	5	2007	Aeroporto
Turin - Linha 1	Em serviço	14.8	104	15	2006	Urbano
Rennes - Linha A	Em serviço	9.3	48	15	2002	Urbano
Taipeí	Em serviço	10.8	102	12	1996	Urbano
Toulouse - Linha B	Em serviço	16.0	112	20	2007	Urbano
Toulouse - Linha A	Em serviço	12.5	82	18	1993	Urbano
Chicago - O'Hare Airport	Em serviço	4.3	15	6	1993	Aeroporto
París - Orly	Em serviço	7.2	16	4	1991	Aeroporto
Lille - Linha 2	Em serviço	31.8	178	44	1989	Urbano
Lille - Linha 1	Em serviço	13.2	108	18	1983	Urbano



Figura 3-70 – Exemplo de Sistemas de transporte automático em operação [41]

<sup>19</sup> Apesar do pedido de contacto com a entidade gestora das infraestruturas aeroportuárias (ANA), não houve resposta ao mesmo, facto a que não será estranha a atual situação sanitária que o país e o mundo atravessam

<sup>20</sup> Solução que permite uma redução de ruído quando comparada com soluções convencionais

Este tipo de solução, vulgarmente designado por VAL (Veículo Automático Ligeiro), permite não só ligações rápidas, em que os veículos, por circularem em sítio próprio podem atingir velocidades da ordem dos 80Km/h, possibilitando igualmente estabelecer, caso a procura o exija, frequências elevadas (entre 3 a 4 minutos), bem como uma elasticidade ao nível da lotação das composições em resultado da possibilidade de utilização de diferentes combinações das unidades elementares (Figura 3-71).



Figura 3-71 – Possibilidade de formação de composições a partir de unidades elementares [42]

A infraestrutura necessária para a circulação destes veículos, cujo peso é bastante inferior quando comparado com sistemas convencionais, será assim uma infraestrutura menos exigente em termos de seção, bem como em termos de impacto na zona terrestre, uma vez que sendo elevada, os pontos de contacto (pilares) serão mais afastados do que numa estrutura convencional.

Relativamente à zona do rio, a solução proposta, com recurso a estruturas flutuantes, em especial na zona em túnel, considera-se viável o que permitirá minimizar os impactes em termos de investimento bem como ao nível ambiental, em comparação com a instalação de um sistema convencional.

### 3.6.1 Material Circulante

Conforme já referido o material circulante proposto para esta nova ligação assenta na utilização de veículos automáticos, sobre pneus, modulares, semelhantes aos já colocados em serviço em vários locais, sendo que a sua unidade elementar deverá ser semelhante à apresentada na Figura 3-72.



Figura 3-72 – Tipo de veículo proposto [42]

#### Dimensões e acessos

Independentemente do potencial fabricante do material circulante, as dimensões exteriores de cada veículo elementar (Figura 3-73) deverão situar-se nos 12 m de comprimento, com uma distância entre eixos da ordem dos 8.50 m. Como referência para a altura pode considerar-se o valor de 3.60m e de 2.80m para a largura.

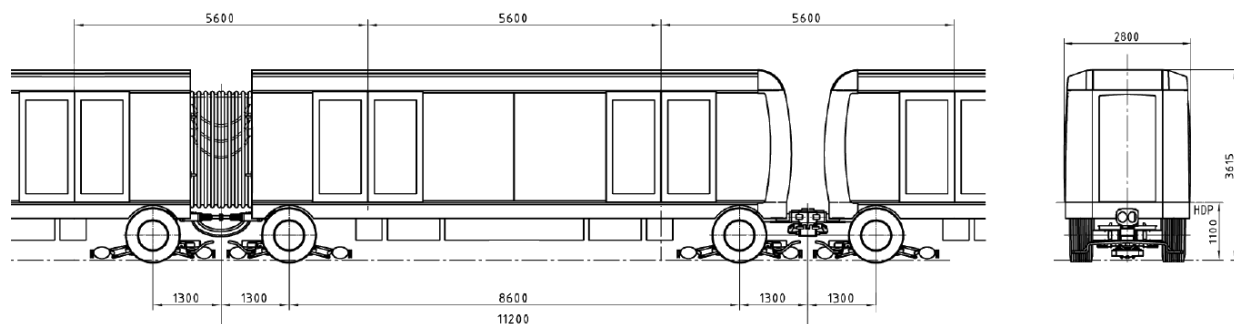


Figura 3-73 – Veículo (dimensões exteriores) [41]

Os sistemas de engate, para a formação de composições terão que ser automáticos, tal como sucede hoje em dia nos sistemas em funcionamento.

Aspeto muito importante em termos de acessos prende-se com a largura das portas (no mínimo 2 e com largura da ordem dos 2 metros) e a inexistência de qualquer desnível entre a plataforma de passageiros e o interior do veículo (Figura 3-74), permitindo assim, de forma fácil e fluída as entradas e saídas, em particular a PMR e a portadores de bagagens.

Para evitar potenciais incidentes de quedas para a via, nomeadamente de bagagens (regra geral com rodas para facilitar o seu transporte), deverão ser previstas barreiras que só serão abertas com o veículo parado.

Relativamente ao seu interior, a configuração, em termos de lugares sentados, que poderá variar entre 0 e 24<sup>21</sup> deverá ser devidamente ajustada à utilização pretendida, bem como ao tempo previsto<sup>22</sup> para a ligação entre as estações de extremidade (Figura 3-75).



Figura 3-74 – Veículo (acesso) [41]



Figura 3-75 – Veículo (interior) [41]

<sup>21</sup> Para um máximo de 6 passageiros / m<sup>2</sup>

<sup>22</sup> Decorrente do Programa de Exploração que venha a ser elaborado

## Sistema de guiamento

Pese o facto deste tipo de veículos ser equipado com pneus, o que lhe permite entre outros aspetos, uma redução significativa do ruído e vibrações durante o seu movimento, o mesmo contempla (Figura 3-76 a Figura 3-79):

- Um eixo central (sistema de guia), traduzido num carril assente ao eixo da via, sendo que associado a este se encontram os órgãos de tração e frenagem, bem como a suspensão;
- Duas longarinas laterais para alimentação de energia, onde se ajustam as sapatas para efeitos de alimentação de energia.

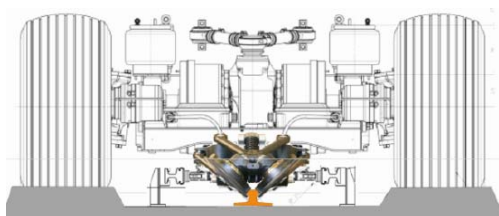


Figura 3-76 – Sistema de guiamento (Esquema / Corte) [41]



Figura 3-77 – Sistema de guiamento [41]

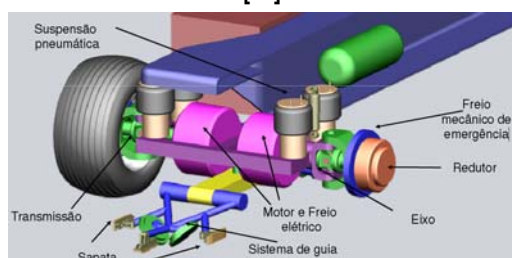


Figura 3-78 – Arquitectura do sistema de guiamento [43]



Figura 3-79 – Sistema de guiamento / interface com o carril [43]

### 3.6.2 Superestrutura de Via

A via propriamente dita não é mais do que a base para a circulação dos veículos destinados ao transporte de passageiros, podendo a mesma ser traduzida na construção de uma laje, a qual estará associada a obras de arte (pontes, túneis ou viadutos) ou diretamente ao solo (Figura 3-80).

Para permitir a existência do espaço necessário à circulação dos pneus e ainda à instalação dos mecanismos de guiamento e de alimentação (Figura 3-81), a referida laje deverá ter uma configuração do tipo apresentado na Figura 3-82, sendo que as dimensões apresentadas, nomeadamente as espessuras das lajes, são meramente indicativas e terão que ser devidamente ajustadas em fases posteriores do estudo.



Figura 3-80 – Laje de via em diferentes seções [41]



Figura 3-81 – Laje de via com sistema de guiamento e alimentação [41]

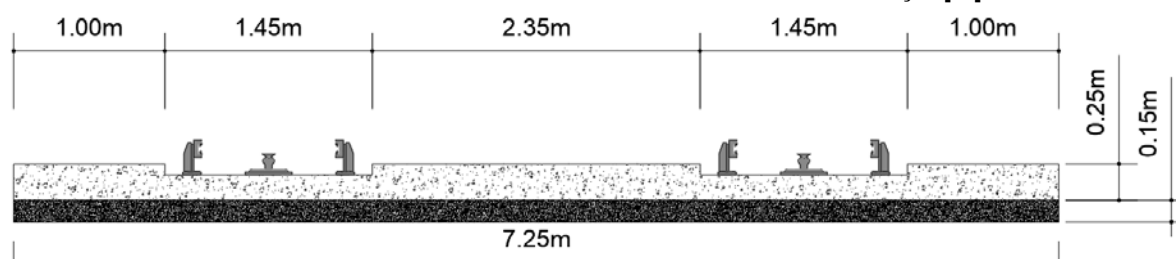


Figura 3-82 – Laje de via (Pormenor Tipo)

Para estabelecer os diferentes itinerários, nomeadamente em zonas de estações e de estacionamento serão instalados Aparelhos de Mudança de Via (AMV) (Figura 3-83), fabricados em carril, e que permitirão a continuidade do sistema de guiamento. Estes aparelhos serão motorizados, com controlo a partir da central de comando.



Figura 3-83 – Aparelho de Mudança de Via [43]



Figura 3-84 – Aparelho de Mudança de Via (zona do motor) [43]

Nas zonas de instalação dos motores de acionamento das agulhas (Figura 3-84)

será necessário prever um sistema de drenagem que permita retirar a água das chuvas da caixa onde os referidos equipamentos serão acomodados.

Os AMV poderão assumir diferentes configurações, consoante os movimentos pretendidos, conforme se pode observar na Figura 3-85.

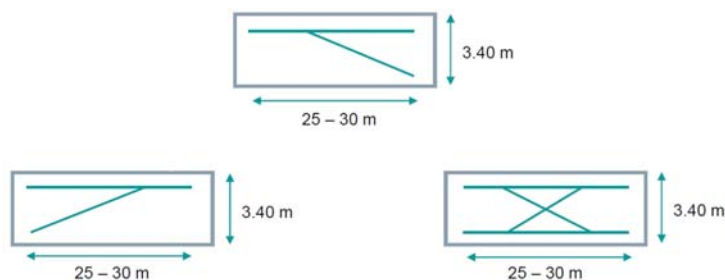


Figura 3-85 – Aparelhos de Mudança de Via – Configurações [43]

Em termos construtivos, a laje de via poderá ser moldada “*in situ*” (Figura 3-86) e também constituída por elementos pré-fabricados, devidamente interligados entre si.

O sistema de guiamento (carril) será instalado posteriormente, assim como os sistemas de alimentação, devidamente isolados (Figura 3-87).



Figura 3-86 – Construção da laje de via [43]



Figura 3-87 – Pormenor de Isolador [43]

### 3.7 SISTEMAS COMPLEMENTARES, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Para assegurar o funcionamento do sistema proposto é igualmente necessária a existência de um conjunto de sistemas complementares, sendo de destacar os seguintes:

- Energia de tração;
- Sinalização e Telecomunicações;
- Informação ao público;
- Bilhética.

Em seguida, para cada um destes sistemas, são apresentadas, de forma resumida, as suas principais características.

#### 3.7.1 Sistemas complementares

##### Energia de tração

A alimentação de energia deverá ser feita a partir de subestações, devidamente espaçadas entre si, sendo, regra geral, a energia de tração em corrente contínua e com uma tensão de 750V.

A energia será transportada através de cablagem própria, isolada e transmitida ao sistema, cujo suporte deverá estar devidamente isolado, conforme se pode observar na Figura 3-88.

Sendo o sistema fechado, ou seja não é suposto o acesso à plataforma por elementos estranhos, este tipo de instalação não constitui perigo, sendo que em caso de acidente / incidente<sup>23</sup>, o mesmo deverá ser automaticamente desligado.



Figura 3-88 – Sistema de Alimentação de Energia [43]

##### Sinalização e Telecomunicações

Todo o sistema será automático e devidamente monitorizado, tendo por base sensores e equipamentos instalados tanto nos veículos como na infraestrutura, cuja informação será centralizada num Posto de Comando Central (PCC) (Figura 3-89).



Figura 3-89 – Posto de Comando Central [43]

<sup>23</sup> Ou para efeito de ações de manutenção

Para além das componentes associadas à sinalização e que constituem uma forte parcela na segurança do sistema, devem igualmente ser asseguradas as infraestruturas (telecomunicações) que permitam, entre outras, o funcionamento das seguintes valências:

- Detecção de incêndios;
- Detecção de avarias na infraestrutura;
- Videovigilância da infraestrutura, incluindo estações e terminais;
- Detecção de situações de intrusão no sistema, tanto por parte de animais como de pessoas;
- Informação ao público;
- Rede telefónica própria;
- Bilhética;
- Contacto direto com autoridades policiais e de proteção civil, nomeadamente em situações de emergência;
- Disponibilização de rede *wifi*.

### **Informação ao público e sinalética**

O sistema de informação ao público, deverá ser apresentado em várias línguas, tanto no que se refere ao interior dos veículos como relativamente aos átrios das estações, terá como suporte:

- Comunicação oral (fonia);
- Escrita (grafia), através de painéis informativos, estáticos ou dinâmicos.

Complementarmente deverá ser assegurada toda a sinalética necessária à identificação das ligações entre o sistema e a sua envolvente.

### **Bilhética**

A bilhética deverá estar devidamente articulada com a bilhética de outros operadores, podendo a mesma assentar, em termos de aquisição dos títulos de transporte e respetiva validação, em pontos fixos, ou aproveitando as novas tecnologias de informação, (sistemas inteligentes) utilizando *smartphones* / redes de dados móveis (Figura 3-90).



**Figura 3-90 – Sistema de Bilhética / Smartphone [41]**

### 3.7.2 Operação e Manutenção

O Sistema terá que considerar a sua operação, gerindo, de forma eficiente, a frota de veículos através de um programa de exploração devidamente ajustado às necessidades da procura<sup>24</sup>.

A manutenção do sistema, nomeadamente ao nível da manutenção preventiva sistemática<sup>25</sup> e da manutenção preventiva condicional<sup>26</sup>, incluirá todas as suas componentes, que podem ser divididas em três grupos:

- Instalações fixas:
  - Infraestrutura (pontes, viadutos, plataforma e edifícios técnicos e de apoio);
  - Superestrutura de Via (Laje de via e AMV).

- Material circulante:

A frota de material circulante, para além dos veículos necessários para responder às necessidades da procura terá igualmente que considerar uma margem suplementar para efeitos de manutenção, tanto da programada, como a corretiva.

- Sistemas complementares (subestações e alimentação de energia, sinalização e telecomunicações, informação ao público e bilhética)

Todas as instalações e equipamentos terão que ser devidamente monitorizadas e desencadeadas as ações de manutenção inerentes a assegurar o seu funcionamento, respondendo às exigências a que os mesmos se encontram sujeitos, tanto em termos de uso, como do meio em que os mesmos se encontram (por exemplo a agressividade que decorre da sua proximidade a ambientes com água salgada).

Ainda no âmbito da operação e manutenção terão igualmente que ser asseguradas as ações inerentes ao funcionamento diário de todo o sistema, como sejam controlo de acessos e limpeza e higienização das áreas de acesso ao público como sejam átrios de estações e o material circulante.

Para todos as instalações e equipamentos terão que ser elaborados procedimentos específicos em termos de manutenção, de modo a que seja assegurada a maximização da sua utilização no tempo, assegurando igualmente o cumprimento dos padrões de qualidade e segurança que lhes são exigidos.

---

<sup>24</sup> Horária, semanal ou sazonal

<sup>25</sup> Manutenção preventiva efetuada periodicamente, independentemente do estado do equipamento

<sup>26</sup> Manutenção preventiva efetuada na sequência da deteção (inspeção/leituras) de um estado não ideal de funcionamento de um determinado equipamento, mas que não afeta a exploração nem põe em causa as condições de segurança

### 3.8 COMPATIBILIZAÇÃO COM A ATIVIDADE FLUVIAL

Com as soluções preconizadas para o atravessamento do rio Tejo (Ponte na zona central e túnel e viadutos nas restantes zonas, considera-se que fica salvaguardada a atividade fluvial atualmente existente, dado que a rasante estudada, apresentada no ponto 3.4.3, permite um tirante de ar de 47 metros, compatível com a altura das embarcações que atualmente utilizam esta zona do rio, altura que é da mesma ordem da existente na ponte Vasco da Gama localizada a montante (cerca de 3.8 Km).

Em termos transversais verifica-se igualmente que a navegabilidade fica assegurada uma vez que o afastamento entre os pilares centrais é de cerca de 400 metros e entre estes e os confinantes de cerca de 190 metros (Figura 3-91).

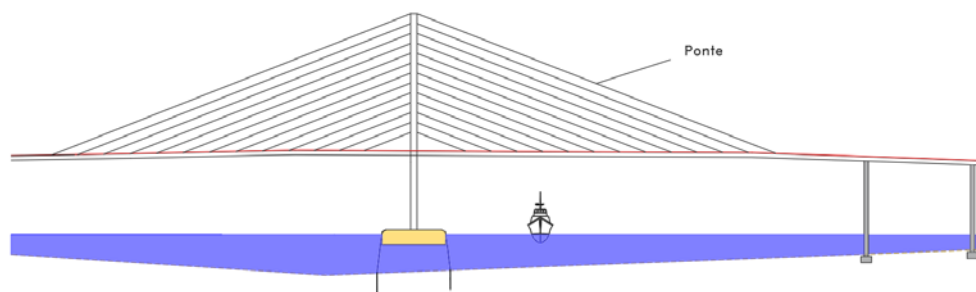


Figura 3-91 – Naveabilidade do Rio (Zona da Ponte)

Relativamente à zona em túnel, é igualmente assegurada a navegabilidade, embora para navios de menor calado, conforme se pode observar na Figura 3-92.

Para qualquer das zonas de navegação será sempre necessário não só a colocação da devida sinalética como igualmente a implementação dos sistemas de segurança que, em caso de desrespeito pela referida sinalização permitam assegurar a manutenção da infraestrutura que se pretende construir.

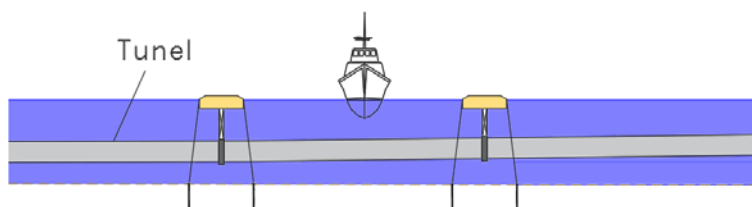


Figura 3-92 – Naveabilidade do Rio (Zona em túnel)

### 3.9 PRINCIPAIS IMPACTES DA NOVA TRAVESSIA

Numa perspetiva de viabilidade da nova ligação terão que ser devidamente equacionados diversos impactes, tanto em termos positivos como negativos. Com esse objetivo e independentemente de uma posterior análise de pormenor é possível desde já elencar um conjunto significativo desses potenciais impactes (Quadro 3-III), sendo que relativamente aos negativos é necessária a adoção de medidas mitigadoras que permitam a sua redução e se possível a sua anulação.

Quadro 3-III – Principais impactes decorrentes da Nova Travessia	
Positivos	Negativos / Medidas de Mitigação
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir o estabelecimento de uma nova ligação entre as duas infraestruturas aeroportuárias, com utilização pelos passageiros em trânsito e também pelo público em geral.</li> <li>Reforço das acessibilidades para as populações de ambas as margens.</li> <li>Redução dos volumes de tráfego nas pontes atuais (Ponte 25 de Abril e Ponte Vasco da Gama).</li> <li>Possibilidade de articulação desta nova ligação com as intenções previstas ao nível das redes de transportes e gestão do tráfego urbano por parte das autarquias, em particular em Lisboa e no Montijo.</li> <li>Reforço do desenvolvimento económico dos concelhos da margem Sul.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eventuais implicações nas manobras de acostagem de navios na margem direita, na proximidade do futuro corredor afeto à nova ligação. <i>Medidas de Mitigação:</i> <i>O tabuleiro da futura obra de arte terá que ter uma altura suficiente (mínimo de 47m) para continuar a assegurar a circulação e manobras dos navios.</i></li> <li>Potenciais restrições ao tráfego marítimo na margem esquerda, na zona de aproximação ao novo aeroporto do Montijo. <i>Medidas de Mitigação:</i> <i>Considerada uma solução em túnel por forma a minimizar eventuais restrições à navegabilidade.</i></li> <li>Potencial impacte decorrente da movimentação de sedimentos, incluindo metais pesados, como zinco, cobre, crómio ou chumbo que atualmente se encontram depositados no leito do rio Tejo. <i>Medidas de Mitigação:</i> <i>Na fase de projeto terão que ser consideradas soluções (nomeadamente o recurso a estruturas flutuantes) e na fase de obra a implementação de medidas preventivas para a minimização das interferências com as partículas depositadas no leito do rio.</i></li> <li>Potenciais impactes ao nível da flora e da fauna em resultado da instalação de uma nova infraestrutura. <i>Medidas de Mitigação:</i> <i>Incorporação, na fase de projeto, ao nível da especialidade de integração paisagística, nomeadamente pela criação de “ilhas artificiais” que servirão igualmente como interface entre os diferentes tipos de estruturas</i></li> </ul>

Uma nova ligação entre o aeroporto da Portela e o aeroporto do Montijo terá igualmente impacte nas redes que servem atualmente estas duas infraestruturas aeroportuárias (Figura 3-93), ou seja:

- No aeroporto da Portela: Na rede de autocarros da CCFL e na rede do Metropolitano de Lisboa;
- No aeroporto do Montijo: Na rede fluvial, mais precisamente no cais do Montijo operado pela Soflusa e na rede de transportes rodoviários concessionada à TST.

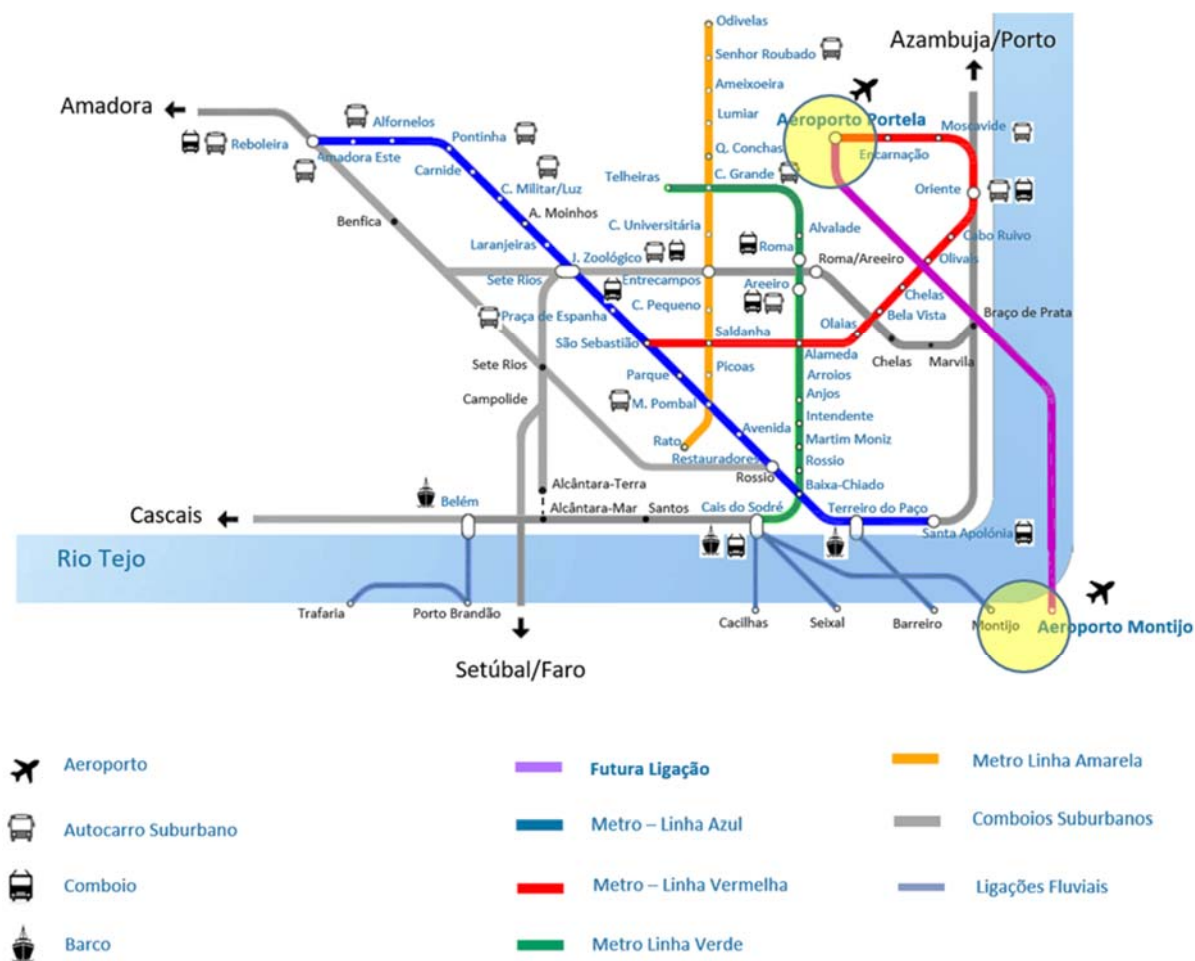


Figura 3-93 – Locais com influência direta na Rede de Transportes [44] adap.

### 3.10 ESTIMATIVA DE CUSTO E PRAZOS DE EXECUÇÃO

Embora esta matéria seja, regra geral, sigilosa, entende-se desejável, nesta fase e com o grau de incerteza que lhe está associado, obter uma estimativa orçamental de referência, que inevitavelmente, em fase posterior do estudo, com maior consolidação da solução, terá que ser objeto de revisão.

A estimativa de custo que se apresenta (Quadro 3-IV), tem por base a utilização de rácios relativamente a valores considerados em projetos de natureza similar, bem como decorrentes de alguns fornecedores contactados.

Quadro 3-IV – Estimativa Orçamental (x10<sup>3</sup>Euros)

<b>CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	Estruturas em Betão Armado	185 000
	Via Férrea (Infraestrutura)	85 000
	Via Férrea (Superestrutura)	35 000
	Estações e PMO	20 000
	Flutuadores e Amarrações	12 000
	Reposição de Serviços Afetados	6 000
	<b>SOMA</b>	<b>343 000</b>
<b>Material Circulante</b>		<b>105 000</b>
<b>Subsistemas complementares (Energia, Telecom...)</b>		<b>70 000</b>
<b>Central de Comando</b>		<b>10 000</b>
<b>Expropriações</b>		<b>3 000</b>
<b>Estudos e Projetos</b>		<b>14 000</b>
<b>Outros Custos</b>		<b>15 000</b>
<b>TOTAL</b>		<b>560 000</b>

A estimativa orçamental obtida, resulta em 560 milhões de euros, valor que, independentemente de necessitar de aferição posterior, se traduzirá num valor significativamente inferior quando comparado com soluções que envolvam a construção de uma nova ponte, seja ela rodoviária, ferroviária ou mista e que para além de permitir a instalação de uma solução já testada, que se considera ajustada às necessidades, terá inevitavelmente menores impactes negativos em termos estéticos, ambientais e de construção.

Sobre esta última vertente, convém não esquecer que soluções mais “pesadas” terão sempre impactes mais negativos no leito do rio, uma vez que obrigarão a intervenções em zonas onde se encontram depositadas matérias perigosas<sup>27</sup>, nomeadamente metais pesados e que serão

<sup>27</sup> Com origem na antiga zona industrial do Barreiro

remexidas e irão constituir agravantes ambientais, nomeadamente em resultado da sua potencial entrada na cadeia alimentar.

Embora o valor apresentado tenha igualmente por base a análise de soluções já implementadas, considera-se como viável um prazo total de 6 a 7 anos, sendo que deste, 3 anos seriam destinados a estudos e projeto e os restantes 3 a 4 anos à construção propriamente dita<sup>28</sup>.

No período reservado para os estudos considera-se igualmente o tempo associado à obtenção de informação de suporte e ainda aos inerentes estudos e licenciamentos ambientais.

---

<sup>28</sup> A construção deverá integrar uma parcela muito significativa de “pré-fabricação”

## 4 CONCLUSÕES

Relativamente ao objetivo principal definido para o presente documento, apesar das diversas dificuldades encontradas decorrentes do atual estado pandémico que o país e o mundo atravessam, apraz constatar que o mesmo foi cumprido.

Com efeito, em resultado da múltipla pesquisa bibliográfica realizada pode-se concluir que as soluções preconizadas no presente documento, relativamente à utilização de estruturas flutuantes no atravessamento do rio Tejo, não só são possíveis, como já constituem soluções implementadas e com sucesso em vários pontos do Globo.

Conclui-se igualmente que a utilização deste tipo de estruturas permite a continuidade da navegabilidade do rio e em simultâneo minimizar as interferências com o seu leito, num local onde ao longo do tempo foram depositados sedimentos que incorporam metais pesados e que é de todo desejável que sejam o menos remexidos possível por forma a reduzir o perigo da sua introdução na cadeia alimentar.

No que se refere ao traçado para esta nova ligação, entre a atual infraestrutura aeroportuária do aeroporto da Portela e o futuro aeroporto do Montijo, a instalar na Base Aérea nº. 6 da Força Aérea Portuguesa, para funcionar em complemento com o atual, constata-se que a mesma é igualmente viável, sendo ainda compatível com potenciais intenções de intervenção urbanística por parte da Câmara Municipal de Lisboa, com especial enfoque no eixo viário da Av<sup>a</sup>. Marechal Gomes da Costa.

Quanto ao sistema de transporte em si, a instalar em sítio próprio, independentemente do fabricante, pode-se concluir igualmente tratar-se de soluções já testadas, com maior eficiência energética, que pode ser utilizado por passageiros em trânsito no âmbito da utilização do transporte aéreo, mas igualmente por outros utilizadores, permitindo assim não só a existência de uma nova oferta na ligação entre Lisboa e o Montijo, mais rápida e mais atrativa, nomeadamente em termos de frequência, mas igualmente aliviar a pressão sobre outras infraestruturas de transportes e de ocupação do território urbano pelo automóvel.

Tratando-se de um sistema guiado e automático em que as composições podem ser formadas mediante a incorporação ou desligamento de unidades elementares, constata-se igualmente ser possível, à semelhança do que sucede em sistemas já implementados, proceder a ajustamentos da oferta à procura, seja ela diária, semanal ou sazonal, tendo ainda a vantagem de permitir uma maior racionalização em termos da eficiência energética, aspeto de extrema importância nos dias de hoje, não só pelos seus custos, mas igualmente por constituir um fator determinante na qualidade de via das gerações futuras.

No tocante a valores de investimento, a estimativa orçamental apresentada, permite concluir que, independentemente do apuramento, em fase posterior do estudo, com maior rigor, o mesmo será significativamente inferior ao que resultar da construção de uma nova travessia dedicada a tráfego pesado, seja ela rodoviária, ferroviária ou mista.

Existe no entanto a consciência de que, como em qualquer estudo de viabilidade, é necessário elaborar as fases seguintes do estudo, onde, através de informação de base de maior rigor será possível proceder não só à otimização de soluções como ao seu maior detalhe e por conseguinte à redução continuada de incertezas, nomeadamente em termos de condicionantes, prazos e custos.

Relativamente à atualidade do tema, não obstante o forte impacto negativo que a atual crise pandémica provocou na economia mundial, com fortíssima incidência em sectores como o turismo, principal vetor de suporte das deslocações realizadas por modo aéreo, existe igualmente uma certeza que após esta crise se irá assistir, ainda que de forma não tão imediata quanto o desejável, a uma recuperação do sector da aviação.

Neste cenário, a necessidade de aumento da capacidade do atual aeroporto da Portela, na Portela, voltará a ser uma realidade, não tão imediata (os analistas apontam para um período entre 3 a 5 anos para a recuperação do setor da aviação) mas com algum retardar no tempo, mantendo assim o tempo na esfera das necessidades de investimento a curto / médio prazo.

Assim, no seguimento do presente Estudo de Viabilidade e pelas razões apontadas anteriormente, considera-se estarem reunidas as condições para a evolução do mesmo, traduzido na elaboração de um Estudo Prévio e correspondente Estudo de Impacte Ambiental.

Como é usual, para a elaboração do Estudo Prévio será necessário que o mesmo seja suportado em informação de base mais detalhada e com mais rigor, em particular no que se refere a:

- Cartografia e Topografia;
- Batimetria;
- Condicionantes Ambientais;
- Estudos de Procura, etc.

Este estudo terá inevitavelmente que envolver todas as partes interessadas (portuárias, aeroportuárias, concessionárias de transportes, etc), mas igualmente as autarquias diretamente envolvidas no sentido de acautelar a necessária compatibilização com projetos urbanísticos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Google, "Google Earth," [Online]. Available: <https://earth.google.com/web/>. [Acedido em 14 11 2020].
- [2] Quadrante, "Notícia," [Online]. Available: <https://www.quadrante-engenharia.pt/pt/projetos/aerportos/aeroporto-do-montijo/>. [Acedido em 02 03 2019].
- [3] CCDR-LVT, "A Região CCDR-LVT," [Online]. Available: <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/a-regiao/10568.htm>. [Acedido em 29 03 2021].
- [4] CCDRLVT, "Estuário do Tejo e Área de Reserva Natural," [Online]. Available: <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/estuario-do-tejo-e-area-de-reserva-natural/9943.htm>. [Acedido em 15 02 2019].
- [5] INE, "Dados Estatísticos - Densidade Populacional por local de Residência," INE, 2017. [Online]. Available: <http://www.ine.pt>. [Acedido em 15 04 2019].
- [6] CCDRLVT, "Atlas da Região de Lisboa e Vale do Tejo," [Online]. Available: [http://www.ccdr-lvt.pt/downloads/atlas\\_regiao.pdf](http://www.ccdr-lvt.pt/downloads/atlas_regiao.pdf). [Acedido em 15 04 2019].
- [7] Direção Geral do Património Cultural, "Convento do Beato," [Online]. Available: <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/72952>. [Acedido em 04 12 2020].
- [8] C. M. d. Montijo, "Casa e Ermida de Santo António," [Online]. Available: Site: <https://www.mun-montijo.pt/pages/1120>. [Acedido em 04 12 2020].
- [9] I.P., Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação, *Corte geológico AML estuario do Tejo - Carta 34, 2020*.
- [10] W. Ways, "Estudo do descritor hidrogeologia para a construção dos tuneis Monsanto/Santa Apolónia e Chelas/Beato, no âmbito do plano geral de drenagem de Lisboa - Relatório de Síntese," [Online]. Available:

- [http://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA2961/anexo\\_eia\\_%20tuneispgdl\\_aii-1\\_hidrogeologia2017522181836.pdf](http://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA2961/anexo_eia_%20tuneispgdl_aii-1_hidrogeologia2017522181836.pdf). [Acedido em 21 03 2020].
- [11] ANA Portugal- Profico - Ambiente, “Estudo de Impacto Ambiental,” 2019.
- [12] MARETEC, Centro de Ciência e Tecnologia do Ambiente e do Mar do IST, “Dados sobre o Rio Tejo em Lisboa,” [Online]. Available: <http://maretec.mohid.com/Estuarios/Inicio/ExemploTejo/ExemploTejo.htm>. [Acedido em 03 05 2020].
- [13] Porto de Lisboa, “Mapa dos cais,” [Online]. Available: [http://www.portodelisboa.pt/portal/page/portal/Portal\\_Porto\\_Lisboa/Porto\\_Lisboa/Localizacao/Mapa\\_Porto](http://www.portodelisboa.pt/portal/page/portal/Portal_Porto_Lisboa/Porto_Lisboa/Localizacao/Mapa_Porto). [Acedido em 19 05 2020].
- [14] (email, Porto de Lisboa - Eng<sup>a</sup>. Manuela Patrício, “Dimensões e Tipos de Navios,” 2020).
- [15] “Carris,” [Online]. Available: <https://www.carris.pt/>. [Acedido em 29 11 2020].
- [16] “Frota,” [Online]. Available: <https://www.barraqueirotransportes.pt/frota/>. [Acedido em 20 11 2020].
- [17] “Galeria de Fotos,” [Online]. Available: <https://www.vimeca.pt/diversos/galeria-de-fotos.html>. [Acedido em 29 11 2020].
- [18] “Mapa da Rede,” [Online]. Available: <https://www.metrolisboa.pt/wp-content/uploads/2020/05/MapaCidadeMaio2020.pdf>. [Acedido em 29 11 2020].
- [19] [Online]. Available: <https://www.carris.pt/a-carris/empresa/quem-somos/>. [Acedido em 29 11 2020].
- [20] “Diagrama da Rede,” [Online]. Available: <https://ttsl.pt/passageiros/diagrama-da-rede/>. [Acedido em 29 11 2020].
- [21] INE, “Inquérito à Mobilidade 2017,” [Online]. Available: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=334619442&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=334619442&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt). [Acedido em 15 02 2019].

- [22] INE, “Destaque - Informação à Comunicação Social - Inquérito à Mobilidade nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa,” Lisboa, 2 jul 2018.
- [23] Blog Portugalvence, “Acessibilidades ao Aeroporto do Montijo,” [Online]. Available: <http://portugalvence.blogspot.com/2018/09/aeroporto-esquema-possivel-de.html>. [Acedido em 016 03 2019].
- [24] Companhias LowCost, 25 03 2019. [Online]. Available: <https://www.google.com/search?q=companhias+lowcost&tbm=isch&tbs=rimg:CQ-> .
- [25] B. R. d. Coleção, “Histório dos Atarvessamentos sobre o Tejo,” [Online]. Available: <http://restosdecoleccion.blogspot.com/2011/05/ponte-entre-o-beato-e-montijo.html> . [Acedido em 15 04 2019].
- [26] RTP Notícias, “Histórico dos atravessamentos sobre o Tejo,” [Online]. Available: [https://www.rtp.pt/noticias/pais/historia-da-ponte-25-de-abril\\_es937036\\_04/2019](https://www.rtp.pt/noticias/pais/historia-da-ponte-25-de-abril_es937036_04/2019). [Acedido em 15 04 2019].
- [27] Wikipédia, “Ponte 25 de Abril,” [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ponte25AbrilCemiterioPrazeres.jpg>. [Acedido em 15 04 2019].
- [28] LNEC, “Avaliação comparativa das alternativas existentes para a Terceira Travessia do Tejo na Área Metropolitana de Lisboa,” [Online]. Available: <http://cip.org.pt/wp-content/uploads/2017/01/Ref-114-Relatorio-do-LNEC-sobre-a-TTT.pdf>. [Acedido em 15 02 2019].
- [29] Blog TTTPraQ, “Perfil Travessia,” [Online]. Available: <http://tttpraq.blogspot.com/2010/05/o-que-e-terceira-travessia.html>. [Acedido em 15 04 2019].
- [30] J. N. Lima, “Dissertação de Mestrado "Estudo de Pontes Flutantes de Médio e Grande Vão,"” 2014. [Online]. Available: [file:///C:/Users/wonde/Downloads/Tese\\_PontesFlutuantes\\_JoaoNunoLima1%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/wonde/Downloads/Tese_PontesFlutuantes_JoaoNunoLima1%20(7).pdf) . [Acedido em 16 03 2019].

- [31] N. M. S. Costa, "Dissertação de Mestrado "Projeto de uma Ponte Pedonal entre as Ribeiras do Porto e Gaia", " [Online]. Available: <file:///C:/Users/wonde/Downloads/153822.pdf>. [Acedido em 16 03 2019].
- [32] Engenharia Civil.com, "Tunel flutuante na Noruega," [Online]. Available: <https://www.engenhariacivil.com/primeiro-tunel-subaquatico-flutuante-mundo>. [Acedido em 16 03 2019].
- [33] Jornal "O Expresso", "Ciclovía do Tamisa," [Online]. Available: <https://expresso.pt/iniciativaseprodutos/MsdoAmbientedoExpresso2014/ideias-verdes-londres-prepara-ciclovía-que-flutua-sobre-o-tamisa=f894960>. [Acedido em 08 03 2020].
- [34] Exame Informática, "1ª. Turbina Eólica de Viana do castelo," [Online]. Available: <https://visao.sapo.pt/exameinformatica/noticias-ei/mercados/2020-01-03-windfloat-turbina-eolica-flutuante-ja-esta-ligada-a-viana-do-castelo/>. [Acedido em 08 03 2020].
- [35] J. N. Barbosa, Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral, Porto: Porto Editora, 1985.
- [36] "Boias de Amarração," [Online]. Available: [https://www.google.com/search?q=boia+de+amarra%C3%A7%C3%A3o&sxsrf=ALeKk02HQXn7vPeHIBRObAWrKBwisiQ\\_4Q:1588628727165&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZstmXI5vpAhUcDWMBHVzLDVsQ\\_AUoAXoECAwQAw&biw=1163&bih=554](https://www.google.com/search?q=boia+de+amarra%C3%A7%C3%A3o&sxsrf=ALeKk02HQXn7vPeHIBRObAWrKBwisiQ_4Q:1588628727165&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZstmXI5vpAhUcDWMBHVzLDVsQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1163&bih=554). [Acedido em 08 03 2020].
- [37] T. Â. G. d. Lacerda, "Análise de Sistemas de Ancoragem de Plataformas Flutuantes," Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - Brasil, 2005.
- [38] M. Koekoek, Master Thesis "Connecting Modular Floating Structures, TUDelft, 2010.
- [39] "Barco Rebocador," [Online]. Available: [https://www.google.com/search?q=barco+rebocador&tbn=isch&hl=pt-PT&chips=q:reboque+barco+rebocador,online\\_chips:reboque,online\\_chips:embarca%C3%A7%C3%B5es&hl=pt-PT&ved=2ahUKEwi-7e2Om5vpAhUGLxoKHRiHAuEQ4IYoB3oECAEQHw&biw=1148&bih=555](https://www.google.com/search?q=barco+rebocador&tbn=isch&hl=pt-PT&chips=q:reboque+barco+rebocador,online_chips:reboque,online_chips:embarca%C3%A7%C3%B5es&hl=pt-PT&ved=2ahUKEwi-7e2Om5vpAhUGLxoKHRiHAuEQ4IYoB3oECAEQHw&biw=1148&bih=555). [Acedido em 08 03 2020].

- [40] “Guindaste,” [Online]. Available:  
[https://www.google.com/search?q=guindaste+flutuante&tbm=isch&ved=2ahUKEwjo6qHQnpvpAhXK2eAKHe04CvEQ2-cCegQIABAA&oq=guindaste+flutuante&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzICCAA6BggAEAUQHjoGCAAQCBAeOgQIABAYUMbqDFj0iA1g8Y8NaABwAHgAgAGSBIgBmQySAQkyLjUuMS41LTGYAQCgAQGqAQQnd3Mtd2.](https://www.google.com/search?q=guindaste+flutuante&tbm=isch&ved=2ahUKEwjo6qHQnpvpAhXK2eAKHe04CvEQ2-cCegQIABAA&oq=guindaste+flutuante&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAA6BggAEAUQHjoGCAAQCBAeOgQIABAYUMbqDFj0iA1g8Y8NaABwAHgAgAGSBIgBmQySAQkyLjUuMS41LTGYAQCgAQGqAQQnd3Mtd2.) [Acedido em 08 03 2020].
- [41] Siemens Mobility, “Portfolio-Rail-Rollig-stock,” [Online]. Available:  
<https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/val-systems.html>. [Acedido em 20 09 2020].
- [42] Siemens, “Cityval / Airval - Brochura,” [Online]. Available:  
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:4f73fd4e-bed3-4a69-8ce1-672a5f3184cd/val-brochure.pdf>. [Acedido em 05 09 2020].
- [43] AEAMESP, “CityVal - Solução verde para a mobilidade das cidades brasileiras,” [Online]. Available: <http://www.aeamesp.org.br/biblioteca/stm/15SMTF090926T17.pdf>. [Acedido em 17 05 2020].
- [44] M. d. Lisboa, “Diagrama da Rede,” [Online]. Available: [https://www.metrolisboa.pt/wp-content/uploads/2020/09/DiagramaDaRede\\_MetroLisboa\\_09\\_2020.pdf](https://www.metrolisboa.pt/wp-content/uploads/2020/09/DiagramaDaRede_MetroLisboa_09_2020.pdf). [Acedido em 20 03 2021].



**ANEXO I**

**MATRIZES DE DESLOCAÇÕES NA AML**

LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES

(ESTUDO DE VIABILIDADE)

ANEXO I – MATRIZ DE DESLOCAÇÕES NA AML

DESLOCAÇÕES (TOTAL)																					
DEST ORIG	Cascais	Lisboa	Loures	Mafra	Oeiras	Sintra	Vila F. de Xira	Amadora	Odivelas	Alcochete	Almada	Barreiro	Moita	Montijo	Palmela	Seixal	Sesimbra	Setúbal	Outros	TOTAL	
Cascais	263 610	36 131	2 055	952	32 705	21 156	918	4 021	3 086		931			752		1 374	118	833	3 057	372 326	
Lisboa	36 250	846 713	80 919	8 322	61 779	67 009	28 694	67 777	48 425	2 791	34 590	8 894	4 569	6 278	4 878	20 474	4 619	4 468	10 581	1 348 030	
Loures	2 682	79 312	199 785	7 144	2 967	6 745	13 880	6 604	18 873	313	1 128	86	82	279	456	921	225	438	3 971	345 893	
Mafra	904	9 026	6 901	100 447	756	4 699	345	507	1 561										x	4 839	130 321
Oeiras	34 193	60 853	3 132	829	178 402	23 919	920	15 084	4 403	125	2 238	566		190	651	1 977	497	780	2 403	331 252	
Sintra	20 978	64 013	7 569	4 672	24 006	386 218	1 535	31 532	9 883	348	1 038	999	596		410	675	203	352	4 369	559 408	
V. F. Xira	973	26 772	13 454	322	976	1 355	156 779	1 064	1 754	95	1 059		453	424	132	1 459		490	6 877	214 660	
Amadora	3 078	67 428	6 093	519	15 408	32 580	1 090	192 348	11 167	190	3 206	211			131	2 595	193	893	3 253	340 763	
Odivelas	3 240	47 544	18 685	1 329	4 445	9 294	1 654	10 606	144 324	442	1 456		359		189	1 116	90	124	§	2 267	247 219
Alcochete		2 790	635		130	572	90	189	129	20 450	567	867	262	8 715	553	119	79	453		522	37 235
Almada	766	37 823	1 369		1 864	1 249	767	1 725	1 133	760	202 804	2 018	464	846	538	36 100	3 090	4 338	2 515	300 184	
Barreiro		10 688	106		603	923		505	82	854	1 981	86 167	14 956	1 973	4 658	2 669	4 046	2 118	1 230	133 712	
Moita		5 147	63			576	474			236	312	14 714	65 152	1 991	3 793	1 449	821	2 437	1 093	98 898	
Montijo	873	5 381	295		315		185			8 376	887	1 829	2 697	66 366	5 721	1 029		2 633	2 116	99 425	
Palmela	337	5 675	527	64	721	443	160		69	439	620	4 564	4 963	5 462	81 042	3 641	2 518	20 027	1 514	132 871	
Seixal	1 235	19 841	930		1 808	673	1 339	3 236	969	232	36 032	3 563	909	1 027	3 488	183 050	6 190	2 427	1 797	268 748	
Sesimbra		4 602			518	196		290	109		3 000	3 848	814	240	2 287	6 562	61 767	4 635	954	90 426	
Setúbal	322	5 903	1 019		777	81	249	919	89	552	3 992	2 610	1 898	1 871	20 775	2 619	4 760	188 940	2 049	239 471	
Outros	2 173	10 045	3 834	5 260	3 777	4 881	7 489	3 463	2 349	463	2 696	1 264	763	2 187	1 777	2 914	515	2 522	36 083	94 455	
<b>TOTAL</b>	<b>372 018</b>	<b>1 345 688</b>	<b>347 571</b>	<b>130 171</b>	<b>332 012</b>	<b>562 569</b>	<b>216 785</b>	<b>340 517</b>	<b>248 829</b>	<b>36 787</b>	<b>298 563</b>	<b>132 383</b>	<b>99 222</b>	<b>99 034</b>	<b>131 811</b>	<b>270 744</b>	<b>90 153</b>	<b>238 954</b>	<b>91 488</b>	<b>5 385 300</b>	

X - Valor não disponível ou com menor fiabilidade

§ - Desvio do padrão de qualidade/coeficiente de variação elevado

AUTOMÓVEL OU MOTOCICLO / CICLOMOTOR																					
DEST ORIG	Cascais	Lisboa	Loures	Mafra	Oeiras	Sintra	Vila F. de Xira	Amadora	Odivelas	Alcochete	Almada	Barreiro	Moita	Montijo	Palmela	Seixal	Sesimbra	Setúbal	Outros	TOTAL	
Cascais	178 447	26 374	2 013	952	28 386	18 731	918	3 900	3 086		876			565		1 007	118	590	§	2 978	269 534
Lisboa	27 077	333 148	51 485	7 578	43 986	40 400	18 013	41 160	26 035	1 953	21 592	1 875	1 771	4 413	2 684	8 423	2 987	2 657	6 611	643 850	
Loures	2 651	50 469	109 014	6 951	1 919	6 106	10 893	5 177	16 717	313	629	81		254	433	615	212	438	3 421	216 340	
Mafra	904	8 052	6 626	73 768	756	4 468	334	478	1 507										x	4 055	101 286
Oeiras	29 134	43 730	2 255	829	106 379	19 434	666	10 697	3 627	125	1 734	399		170	616	1 446	497	743	2 195	224 732	
Sintra	18 854	40 114	6 259	4 461	19 596	236 305	836	21 868	7 499	276	642	984			387	651	203	52	§	3 939	363 406
V. F. Xira	973	16 864	11 046	311	750	628	80 402	718	1 249	95	982	x		424	125	1 042		128	§	5 169	121 492
Amadora	2 956	39 915	5 290	490	11 330	23 323	727	74 516	8 417		2 811	x			131	1 951		893	1 977	175 462	
Odivelas	3 169	24 642	16 160	1 301	3 671	7 265	1 102	8 138	72 129	442	1 065	x			183	801		106	§	2 085	142 728
Alcochete		2 015	635		130	524	90	107	129	12 486	353	861	256	7 063	299	59	79	296		443	25 942
Almada	647	23 601	875		1 383	505	685	1 332	1 075	498	112 280	1 997	225	736	510	28 416	2 742	3 069	1 929	182 520	
Barreiro		2 695	81		469	923		165	82	849	1 638	48 274	10 814	1 937	3 903	2 483	3 812	1 818	1 225	81 231	
Moita		2 744				474				236	74	10 634	26 843	1 885	2 674	1 449	821	1 045	1 093	51 014	
Montijo	687	3 426	270		315		185			6 758	845	1 723	2 591	39 341	5 376	1 021		2 544	1 738	67 516	
Palmela	337	3 420	504	64	686	420	160		59	193	602	3 566	3 272	5 148	51 492	2 113	2 124	14 158	1 173	89 579	
Seixal	876	7 552	617		1 534	620	1 045	2 592	658	173	28 177	3 490	909	1 019	2 500	104 310	5 218	2 080	1 412	164 783	
Sesimbra		3 238			506	196		201	90		2 694	3 604	814	240	2 060	5 399	40 029	4 305	765	64 745	
Setúbal	91	4 018	1 006		740	49		913		450	2 719	2 003	502	1 771	16 740	2 353	4 382	121 732	1 130	160 751	
Outros	1 407	7 745	3 647	4 561	3 140	4 104	5 765	3 142	2 313	396	2 286	1 215	763	1 643	1 536	2 099	500	1 671	25 498	73 431	
<b>TOTAL</b>	<b>268 578</b>	<b>643 764</b>	<b>218 034</b>	<b>101 555</b>	<b>225 699</b>	<b>364 481</b>	<b>122 496</b>	<b>175 753</b>	<b>145 062</b>	<b>25 473</b>	<b>182 024</b>	<b>80 910</b>	<b>50 328</b>	<b>67 028</b>	<b>91 982</b>	<b>165 637</b>	<b>64 328</b>	<b>158 370</b>	<b>68 839</b>	<b>3 220 343</b>	

X - Valor não disponível ou com menor fiabilidade

§ - Desvio do padrão de qualidade/coeficiente de variação elevado

LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES

(ESTUDO DE VIABILIDADE)

ANEXO I – MATRIZ DE DESLOCAÇÕES NA AML

AUTOCARRO																							
DEST ORIG	Cascais	Lisboa	Loures	Mafra	Oeiras	Sintra	Vila F. de Xira	Amadora	Odivelas	Alcochete	Almada	Barreiro	Moita	Montijo	Palmela	Seixal	Sesimbra	Setúbal	Outros	TOTAL			
Cascais	14 744	1 197			519	2 242													x	x	19 129		
Lisboa	723	108 223	17 130	614	9 017	4 324	4 409	7 962	10 828	654	5 322	2 254	1 213	293	515	3 170	815	684		1 369	§	179 520	
Loures		16 338	17 594	130	821		1 071	482	1 466		405								x	116	§	38 807	
Mafra		904	263	6 307		191													x	666	§	8 424	
Oeiras	547	9 940	490		9 606	3 083		2 682	417		391								x		x	27 506	
Sintra	1 658	3 901	317	172	3 477	16 351		4 006	1 491		43								x	280	§	31 837	
V. F. Xira		3 767	809				6 518												x	744	§	12 384	
Amadora		8 667	418		2 672	3 993		11 831	941							618			x	1 021	§	30 350	
Odivelas		10 058	1 684		409	1 500		943	10 196	x									x		x	25 866	
Alcochete		609								831	x			1 431	243				x		x	3 336	
Almada		5 981			333						19 167					2 035	172		x		x	29 156	
Barreiro		2 683									36	5 906	919		682				x		x	10 814	
Moita		1 439									239	1 143	1 517		451				x		x	4 882	
Montijo		148								1 508	23			1 689	284					47	§	209	3 954
Palmela		603								234		597	1 047	268	5 635	1 513		2 603		163	§	13 053	
Seixal		1 978									2 240	73			962	8 344	193	140	§	333	§	14 886	
Sesimbra		320														326	801	91	§		x	2 025	
Setúbal		1 228									152			49	2 702	93	120	6 639		8	§	11 363	
Outros		966	80	601		410	790	321						230					8	§	379	4 933	
<b>TOTAL</b>	<b>18 156</b>	<b>178 949</b>	<b>39 464</b>	<b>7 909</b>	<b>27 531</b>	<b>32 616</b>	<b>13 430</b>	<b>28 644</b>	<b>25 666</b>	<b>3 428</b>	<b>28 699</b>	<b>10 401</b>	<b>5 059</b>	<b>4 130</b>	<b>11 770</b>	<b>16 987</b>	<b>2 603</b>	<b>10 874</b>		<b>5 911</b>		<b>472 226</b>	

X - Valor não disponível ou com menor fiabilidade

§ - Desvio do padrão de qualidade/coeficiente de variação elevado

COMBOIO OU METROPOLITANO																							
DEST ORIG	Cascais	Lisboa	Loures	Mafra	Oeiras	Sintra	Vila F. de Xira	Amadora	Odivelas	Alcochete	Almada	Barreiro	Moita	Montijo	Palmela	Seixal	Sesimbra	Setúbal	Outros	TOTAL			
Cascais	2 622	8 046			2 394			113											x	x	13 521		
Lisboa	8 157	90 895	7 668		6 042	21 774	5 820	15 434	9 520		5 522	2 070	478	178	1 490	7 905	714	989		450	§	185 394	
Loures		7 113	190			244	818	511											x	362	§	9 573	
Mafra																			x		x		
Oeiras	3 018	4 908			1 592	834	221	311	268		44								x		x	12 130	
Sintra	297	19 158	648		402	6 929	356	2 212			353								x		x	31 099	
V. F. Xira		5 719	466			369	1 203		297										x	432		9 163	
Amadora		15 736	70			1 825		1 798	689		340					26			x		x	21 035	
Odivelas		10 900	129		275			332	73										x		x	12 295	
Alcochete																			x		x		
Almada	109	5 224	167		39	99		376			8 993					1 541	44	168			x	16 902	
Barreiro		1 767													73			201	§		x	2 874	
Moita		468											1 120		577			683	§		x	3 356	
Montijo		173																	x		x	360	
Palmela		1 588										391	566					1 945			x	4 635	
Seixal		9 321	55					400			1 666					462		125	§		x	12 941	
Sesimbra		938														36			x		x	1 279	
Setúbal		581									180	434	692		443	92		55	§		x	2 626	
Outros	93	217					522												x		62	§	1 133
<b>TOTAL</b>	<b>14 624</b>	<b>182 866</b>	<b>9 764</b>		<b>11 558</b>	<b>32 314</b>	<b>9 379</b>	<b>21 850</b>	<b>11 650</b>		<b>17 382</b>	<b>3 354</b>	<b>3 454</b>	<b>339</b>	<b>2 669</b>	<b>11 603</b>	<b>1 000</b>	<b>4 623</b>		<b>1 674</b>		<b>340 496</b>	

LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES

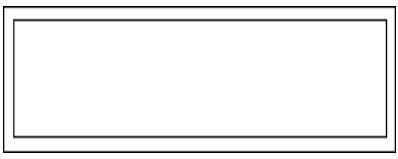
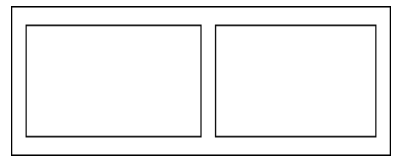
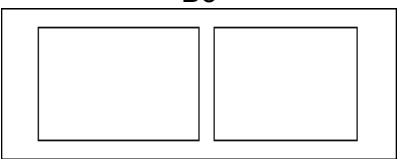
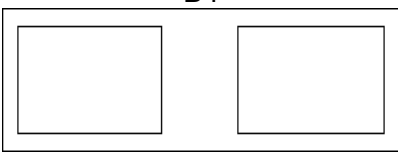
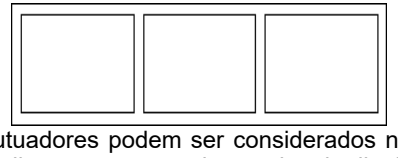
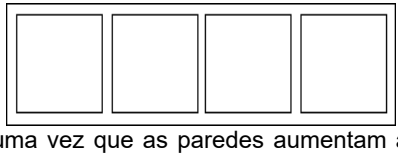
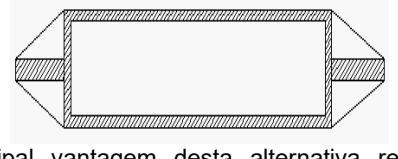

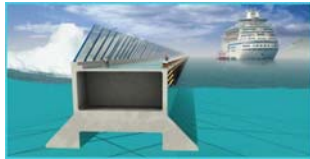
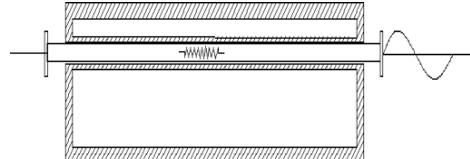
(ESTUDO DE VIABILIDADE)

ANEXO I – MATRIZ DE DESLOCAÇÕES NA AML

OUTROS MODOS DE TRANSPORTE																								
DEST ORIG	Cascais	Lisboa	Loures	Mafra	Oeiras	Sintra	Vila F. de Xira	Amadora	Odivelas	Alcochete	Almada	Barreiro	Moita	Montijo	Palmela	Seixal	Sesimbra	Setúbal	Outros	TOTAL				
Cascais	67 796	515			1 407	158													x	x	70 142			
Lisboa	294	314 446	4 636		2 733	511	452	3 221	2 041		2 154	2 694	1 106	1 394	189	976		139	§	2 150	§	339 264		
Loures		5 392	72 987			368	1 099	433	680										x	x	72	§	81 173	
Mafra																			x	x			x	
Oeiras	1 494	2 276			60 825	567		1 394	x										x	x	65	§	66 885	
Sintra	168	841	346		530	126 632		3 447	581										x	x	121	§	133 067	
V. F. Xira		421	1 133			343	68 656												x	x	532	§	71 622	
Amadora		3 111			1 318	3 438		104 204	1 120										x	x			113 916	
Odivelas		1 944	713			382		1 192	61 925										x	x			66 330	
Alcochete																			x	x			x	
Almada		3 017									62 364	x	x			4 108		988			292	§	71 606	
Barreiro		3 543										31 987	2 695						§	91		x	38 793	
Moita		496										2 544	35 672						x	x			39 645	
Montijo		1 634												25 336	61				x	x	168	§	27 595	
Palmela		63												46	23 886						1 321	§	25 604	
Seixal		989									3 948					69 934	754		§	82		x	76 138	
Sesimbra												72				801	20 912		§	168		x	22 377	
Setúbal		76									941	132			889	81	258	60 514				893	§	64 731
Outros	576	1 117	107		103	368	411			264				174	233	490					841		10 144	14 957
	70 659	340 109	80 310		67 225	133 157	71 479	114 270	66 450		70 458	37 718	40 381	27 537	25 390	76 516	22 222	65 087			15 065		1 352 236	

**ANEXO II**

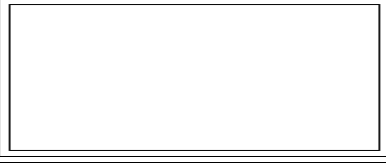
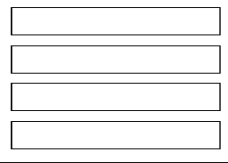
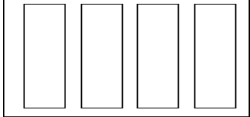
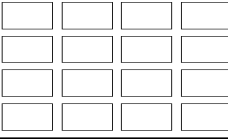
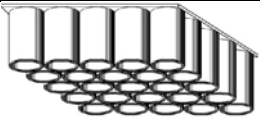
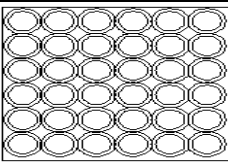
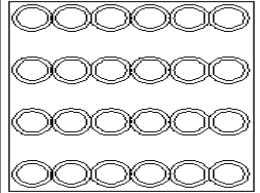
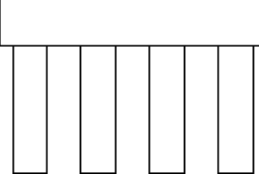

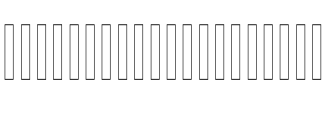
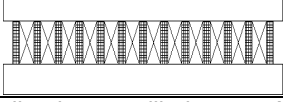
GEOMETRIA DE FLUTUADORES, LIGAÇÃO ENTRE FLUTUADORES, PONTES DE ACESSO, SISTEMAS DE ANCORAGEM E ABERTURAS PARA A NAVEGAÇÃO [30]

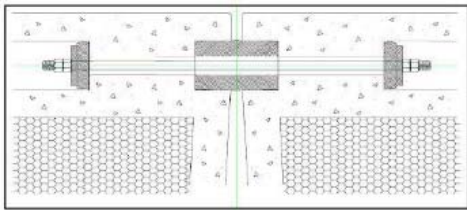
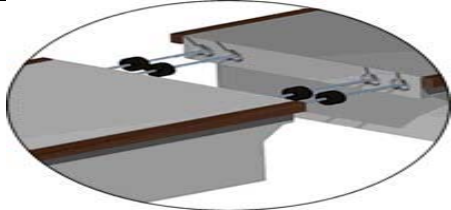
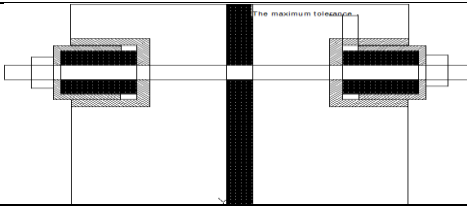
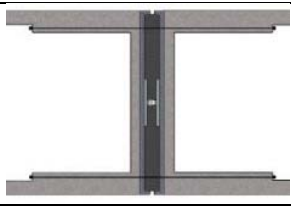
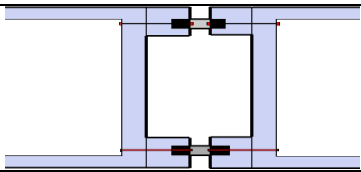

<b>FLUTUADORES – SEÇÃO TRANSVERSAL</b>	
<p><b>B1</b></p>  <p>Trata-se de uma secção de betão em forma de caixa com paredes de espessura uniforme. Este tipo é utilizado para flutuadores de pequenas dimensões e sujeitos a pouco carregamento.</p>	<p><b>B2</b></p>  <p>Flutuador mais largo, contudo, tal como no primeiro caso, também é destinado a cargas não muito elevadas</p>
<p><b>B3</b></p>  <p>A parede adicional nestas alternativas dota a ponte de maior rigidez longitudinal servindo também como espaço para uma eventual instalação de cabos de pré-esforço</p>	<p><b>B4</b></p> 
<p><b>B5</b></p>  <p>Estes flutuadores podem ser considerados nas duas direções uma vez que as paredes aumentam a rigidez tanto na direção transversal como longitudinal.</p>	<p><b>B6</b></p> 
<p><b>B7</b></p>  <p>A principal vantagem desta alternativa reside no incremento da área projetada, o que resulta no aumento da rigidez e no aumento da massa. Estes dois fenómenos acoplados implicam o aumento da estabilidade da construção</p>	<p><b>B8</b></p>  <p>A quilha na parte inferior da secção aumenta a massa e a estabilidade da ponte, aumentando a sua resistência contra movimentos rotacionais e cargas laterais, como por exemplo a força das ondas.</p>
<p><b>B9</b></p>  <p>Este flutuador foi desenvolvido pela FDN Company e conta com duas asas cuja finalidade consiste em aumentar a rigidez da estrutura através do aumento do volume submerso. A posição inferior destas asas relativamente à estrutura, permitem uma maior estabilidade, devido a um centro de gravidade mais baixo.</p>	<p><b>B10</b></p>  <p>Esta alternativa possui uma coluna que se desloca na direção transversal que está ligada a uma placa de betão ou aço nas duas extremidades. A coluna está conectada com a construção através de uma mola que faz com que retorne para a posição inicial após o movimento. Este sistema faz com que a força da onda seja transferida de um lado para o outro, o que resulta numa menor carga lateral que afeta a construção</p>

LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES

(ESTUDO DE VIABILIDADE)

ANEXO II – GEOMETRIA DE FLUTUADORES, LIGAÇÃO ENTRE FLUTUADORES, PONTES DE ACESSO, SISTEMAS DE ANCORAGEM E ABERTURAS PARA A NAVEGAÇÃO

<b>FLUTUADORES – PLANTA</b>	
<b>B11</b>	<b>B12</b>
	
<b>B13</b>	<b>B14</b>
	
<p>Estas alternativas demonstram as diferentes divisões em vista em planta, utilizadas quer para flutuadores em separado, quer de flutuador contínuo.</p>	
<b>B15a</b>	<b>B15b</b>
	
<p>Destinam-se apenas para pontes do tipo flutuador separado. São constituídas por cilindros metálicos ligados juntos no topo através de uma laje de betão</p>	
<b>B16a</b>	<b>B16b</b>
	
<p>A alternativa B16 permite a passagem da água entre os cilindros de modo a reduzir a pressão lateral causada pela corrente e pela força das ondas</p>	
<b>B17a</b>	<b>B17b</b>
	
<p>Este flutuador tem aberturas laterais que se estendem na direção transversal. Estas aberturas estão localizadas ao nível da água e permitem dissipar a energia das ondas o que faz com que a parede externa do flutuador esteja sujeita a menos pressão lateral.</p>	
<b>B18</b>	
	
<p>Consiste em duas lajes paralelas de betão ligadas por cilindros metálicos. O comprimento dos tubos depende do carregamento vertical e das propriedades das ondas</p>	


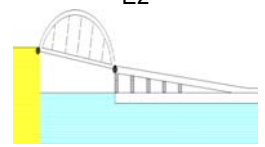
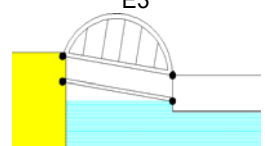
<b>FLUTADORES – LIGAÇÃO ENTRE FLUTADORES</b>	
<b>C1</b>	<b>C2</b>
	
<p>Permite o movimento horizontal em ambas as direções devido a peças de borracha que estão presentes em três posições. Uma delas está confinada entre os elementos e as outras duas estão nas extremidades da barra metálica. Este sistema faz com que aconteça o efeito de uma mola entre os elementos de betão e mantém o espaço livre entre eles.</p>	<p>Quando a rotação entre flutuadores é parcialmente permitida esta alternativa é a ideal, uma vez que utiliza articulações com anéis de borracha na parte superior de modo a fazer com que esse tipo de conexão seja possível. Este sistema é de simples e económica implementação pois não necessita de mergulhadores na fase de construção.</p>
<b>C3</b>	<b>C4</b>
	
<p>Destina-se a efetuar a ligação entre secções flutuantes que permitem a existência de uma rotação moderada. Representa uma série de três molas que são utilizadas de modo a possibilitar o movimento rotacional. A rigidez das molas nas extremidades é equivalente à soma da rigidez da borracha, confinada e não confinada.</p>	<p>Trata-se de uma ligação modificada a partir de uma já utilizada na Hood Cannal. São utilizados cabos de pré-esforço de forma a ligar os flutuadores. Estes estão distribuídos na parte superior e inferior do flutuador. Uma moldura metálica é fixada entre as faces dos flutuadores com uma camada de borracha e uma rótula metálica que permite a rotação em ambas as direções.</p>
<b>C5</b>	<b>C6</b>
	
<p>Esta alternativa é utilizada para efetuar a conexão entre dois flutuadores com pequena profundidade e pouca rotação relativa. Apresenta características semelhantes com a hipótese C7 mas a ligação é realizada em dois pontos de diferentes profundidades o que resulta num incremento ligeiro da rigidez.</p>	<p>Utiliza-se quando se pretende unir dois flutuadores com grande profundidade. Cada flutuador estende-se com uma forma de meio círculo no seguinte resultando numa área de contacto circular entre dois flutuadores seguidos. Esta ligação conta ainda com cabos de pré-esforço de modo a regular a rigidez.</p>

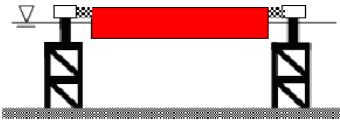
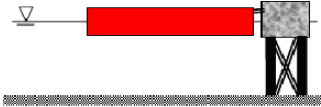


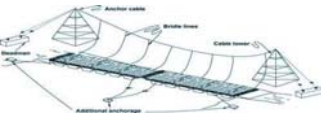
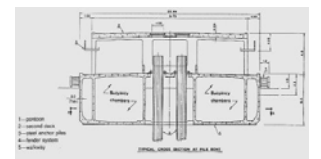
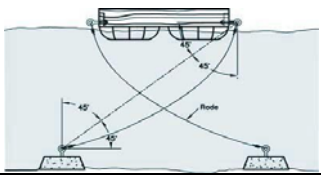

<b>FLUTUADORES – LIGAÇÃO ENTRE FLUTUADORES</b>	
<b>C7</b>	<b>C8</b>
<p>Este método foi desenvolvido para ligar estruturas corta ondas.</p> <p>A ligação é realizada a um ponto de profundidade e atua como uma rótula, ou seja, não transfere momentos entre os flutuadores.</p>	<p>Esta alternativa opera segundo o mesmo método que a C5, exceto pela parte de borracha, uma vez que está confinada por dois cilindros metálicos.</p> <p>Isto deve-se ao facto de, assim, ficar protegida dos efeitos ambientais.</p> <p>Os cilindros garantem que a borracha só se deforme numa direção.</p> <p>Outra vantagem deste sistema consiste na regulação do deslocamento máximo permitido através da variação da diferença de distâncias entre a parte de borracha e a parte metálica.</p>
<b>C9</b>	<b>C10</b>
<p>Alternativas semelhantes entre si sendo que a principal diferença é a posição da rótula.</p> <p>É aplicado quando a conexão entre flutuadores esta sujeita a grandes momentos.</p> <p>A ligação é realizada em dois pontos, uma rótula e cabos.</p> <p>Quanto maior for a distância entre estes dois pontos menor será a força que vai ser aplicada na rótula e nos cabos.</p>	

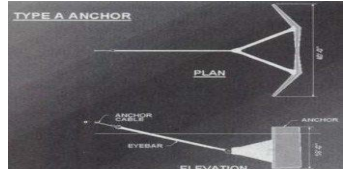
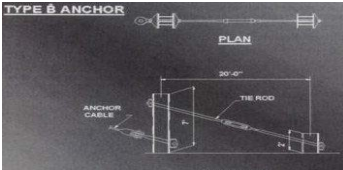
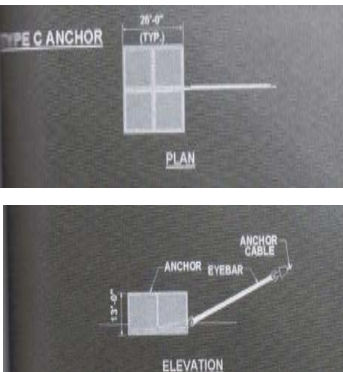
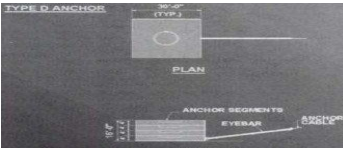
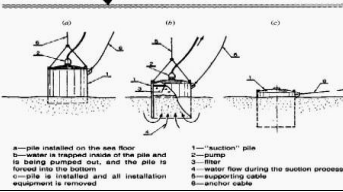
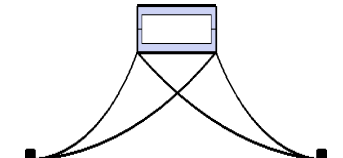
LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES


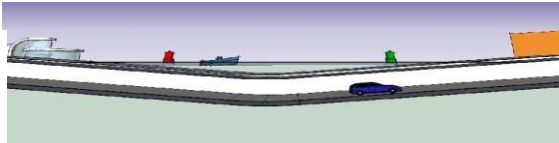
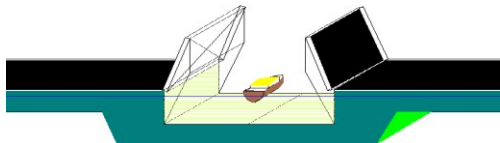
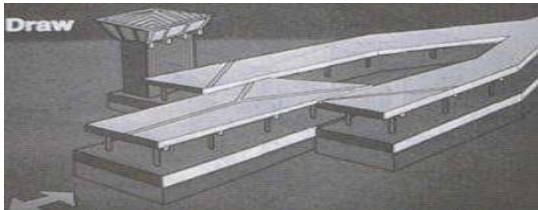
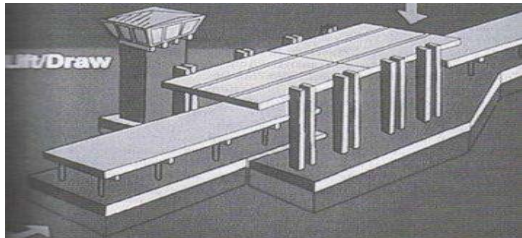
(ESTUDO DE VIABILIDADE)

ANEXO II – GEOMETRIA DE FLUTUADORES, LIGAÇÃO ENTRE FLUTUADORES, PONTES DE ACESSO, SISTEMAS DE ANCORAGEM E ABERTURAS PARA A NAVEGAÇÃO

PONTES DE ACESSO	
Tipo de Ponte de acesso	Observações
E1 	Esta é a ponte de acesso utilizada na ponte Hood Canal. Situa-se a alguns metros da costa numa zona em que a água é pouco profunda.
E2 	Esta alternativa foi utilizada em várias pontes flutuantes onde a diferença de altura entre a margem e o nível da água é muito grande sendo, portanto, necessário uma longa ponte de acesso de maneira a que a inclinação seja segura para a passagem de veículos. Neste caso, a utilização de um tabuleiro alto na secção flutuante elimina a necessidade de uma ponte de acesso extensa.
E3 	Utilizada quando a rotação da ponte deve estar bloqueada.

<b>SISTEMAS DE ANCORAGEM</b>	
<b>Sistema de ancoragem</b>	<b>Observações</b>
<p>D1</p>  <p>Dolphin-Frameguide Method</p>	<p>A primeira alternativa trata-se de uma estrutura treliçada fixa numa fundação no solo marinho. A forma retangular da secção consegue ter rigidez suficiente para aguentar as cargas laterais das ondas. Este método é utilizado em zonas pouco profundas quando a estrutura requer o mínimo de movimento horizontal.</p>
<p>D2</p>  <p>Pier/Quay Wall Method</p>	<p>A utilização de um molhe tem como objetivo restringir o movimento da ponte contra correntes muito fortes provenientes de um lado da estrutura.</p>
<p>D3</p>  <p>Chain/Cable Method</p>	<p>Este é o método mais comum, tratando-se da aplicação de uma corrente ou cabo que poderá ser conectada de diferentes maneiras, como se pode observar nas alternativas D7 e D14 e que apresenta comportamento de catenária.</p>
<p>D4</p>  <p>Tension Leg Method</p>	<p>O método de cabos pré-tensionados é usado quando se pretende dotar a estrutura de liberdade de movimentos transversais. Perante esta situação não se pode optar pela aplicação das alternativas D3, D7 e D14, pois estas causariam forças indesejáveis na estrutura.</p>
<p>D5</p> 	<p>Esta alternativa apresenta um método que resulta num cabo ancorado a torres que estão implementadas junto às margens. Esse situa-se paralela à ponte do lado que é mais afetado pela corrente. Cabos adicionais saem do cabo de ancoramento e seguram a ponte.</p>
<p>D6</p> 	<p>Este suporte transversal pode ser fixo através de pilares instalados no centro da ponte dotando-a do suporte horizontal requerido mas, tornando-se impróprio para locais onde existe uma grande variação das marés.</p>
<p>D7</p> 	<p>É uma variação do sistema de catenária. A particularidade deste método está relacionada com os cabos de ancoragem que apresentam uma ligação cruzada.</p>
<p>D8</p> 	<p>Os pilares podem substituir a utilização de âncoras. Quando edificados em posição com o traçado da ponte e esta amarrada convenientemente através de uma ligação estrutural, permite bloquear o movimento transversal eficazmente.</p>

<b>SISTEMAS DE ANCORAGEM</b>	
<b>Sistema de ancoragem</b>	<b>Observações</b>
<p>D9</p> 	<p>Âncoras tipo A são desenhadas para serem utilizadas em águas profundas e solos muito moles. Consistem em betão armado equipado com tubos que permitem a passagem de jatos de água. Estas âncoras pesam entre 60 a 86 toneladas. São submersas até ao solo marítimo onde são ligados jatos de água que permitem que estas se enterrem no fundo do lago/mar. A capacidade de ancoragem é desenvolvida através da pressão do solo.</p>
<p>D10</p> 	<p>As âncoras do tipo B tratam-se de estacas que têm como objetivo a utilização em condições profundidade inferior a 27 metros e solo duro. Consistem em duas estacas metálicas em forma de H instaladas em conjunto a uma determinada profundidade.</p>
<p>D11</p> 	<p>Âncoras tipo C são âncoras do tipo gravíticas. Construídas a partir de betão armado no formato de uma caixa com o topo aberto. Tem como objetivo realizar a ancoragem em águas profundas onde o solo é demasiado duro para fazer a injeção de água. As caixas são descidas até se encontrarem em posição sendo cheias com gravilha até alcançar o peso necessário.</p>
<p>D12</p> 	<p>Estas tratam-se de âncoras gravíticas como as anteriores mas tomam a forma de várias lajes. São utilizadas na mesma condição que as ancoras tipo C e consistem em várias lajes de betão armado. De todas são estas as mais simples de fabricar e colocar.</p>
<p>D13</p> 	<p>As âncoras de sucção são feitas de metal fechadas de um lado e colocadas no fundo através de força de sucção. São apenas apropriadas quando se tratam de solos de consistência mole.</p>
<p>D14</p> 	<p>Trata-se da alternativa mais eficaz. Ao aplicar dois cabos em cada lado da ponte flutuante consegue aumentar-se a resistência às ondas.</p>

<b>ABERTURAS PARA A NAVEGAÇÃO</b>	
<b>Tipo de abertura</b>	<b>Observações</b>
<p>F1</p> 	<p>Contempla uma abertura para navegação tipo ponte basculante que pode ser aplicado em locais de água rasa.</p> <p>Existem pilares nas extremidades da ponte que tem como objetivo manter a ponte estável e no mesmo sítio durante a abertura.</p> <p>Esta abertura funciona através de um sistema hidráulico.</p>
<p>F2</p> 	<p>Trata-se de uma ponte flutuante convertida em túnel de modo a não perturbar o tráfego marítimo.</p> <p>Esta solução pode-se aplicar em locais de água profunda.</p>
<p>F3</p> 	<p>Esta alternativa é semelhante a F1, diferenciando-se no entanto pelo facto de ser destinada a locais com águas profundas e, em vez de possuir pilares, oferece uma ligação submersa evitando assim a descontinuidade estrutural da ponte.</p>
<p>F4</p> 	<p>Trata-se de uma secção flutuante móvel.</p> <p>Quando a abertura é necessária recolhe-se a secção para uma espécie de “lagoa” formada por duas secções adjacentes.</p> <p>É uma alternativa para situações com água profunda.</p> <p>Necessita de um sistema hidráulico.</p>
<p>F5</p> 	<p>Num sistema de recolha/elevação a parte móvel da ponte retrai-se ao mesmo tempo que se desloca para debaixo do flutuador adjacente.</p> <p>Este sistema é melhor que o anterior do ponto de vista do fluxo e segurança do trânsito, uma vez que os veículos não necessitam de fazer curvas.</p> <p>Tal como o anterior também necessita de um sistema hidráulico.</p>



**ANEXO III**

LISTAGENS DE CÁLCULO (DIRETRIZ E RASANTE) DA SOLUÇÃO DE TRAÇADO  
PROPOSTA

**LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES  
(ESTUDO DE VIABILIDADE)**

ANEXO III – LISTAGENS DE CÁLCULO (DIRETRIZ E RASANTE) DA SOLUÇÃO DE TRAÇADO PROPOSTA

**DIRETRIZ - PONTOS NOTÁVEIS**

Elem	Tipo	Extensão (m)	Raio (m)	rumo (grados)	Pk Início	Pk Fim	M Início	P Início	M Fim	P Fim
1	AR	221.018		186.77968	0+000.000	0+221.018	-86 470.027	-99 200.137	-86 424.458	-99 416.406
2	CC	92.187	500		0+221.018	0+313.205	-86 424.458	-99 416.406	-86 413.851	-99 507.850
3	AR	401.156		198.51734	0+313.205	0+714.361	-86 413.851	-99 507.850	-86 404.509	-99 908.898
4	CC	180.442	150		0+714.361	0+894.804	-86 404.509	-99 908.898	-86 305.217	-100 046.588
5	AR	109.677		121.93535	0+894.804	1+004.481	-86 305.217	-100 046.588	-86 201.986	-100 083.635
6	CC	53.692	500		1+004.481	1+058.173	-86 201.986	-100 083.635	-86 152.520	-100 104.447
7	AR	61.546		128.77161	1+058.173	1+119.719	-86 152.520	-100 104.447	-86 097.153	-100 131.326
8	CC	43.579	500		1+119.719	1+163.298	-86 097.153	-100 131.326	-86 057.170	-100 148.626
9	AR	145.508		123.22299	1+163.298	1+308.806	-86 057.170	-100 148.626	-85 921.237	-100 200.535
10	CC	70.152	1500		1+308.806	1+378.958	-85 921.237	-100 200.535	-85 856.309	-100 227.085
11	AR	492.916		126.20035	1+378.958	1+871.874	-85 856.309	-100 227.085	-85 404.552	-100 424.269
12	CC	39.953	1200		1+871.874	1+911.827	-85 404.552	-100 424.269	-85 367.676	-100 439.638
13	AR	1 518.598		124.08080	1+911.827	3+430.425	-85 367.676	-100 439.638	-83 956.430	-101 000.463
14	CC	92.363	1500		3+430.425	3+522.788	-83 956.430	-101 000.463	-83 871.701	-101 037.194
15	AR	103.931		128.00080	3+522.788	3+626.719	-83 871.701	-101 037.194	-83 777.662	-101 081.446
16	CC	94.357	1500		3+626.719	3+721.075	-83 777.662	-101 081.446	-83 691.079	-101 118.912
17	AR	3 767.072		123.99617	3+721.075	7+488.147	-83 691.079	-101 118.912	-80 188.461	-102 505.453
18	CC	724.493	2000		7+488.147	8+212.641	-80 188.461	-102 505.453	-79 577.237	-102 887.005
19	AR	2 121.616		147.05752	8+212.641	10+334.256	-79 577.237	-102 887.005	-78 009.315	-104 316.296
20	CC	447.052	500		10+334.256	10+781.308	-78 009.315	-104 316.296	-77 847.131	-104 717.030
21	AR	801.077		203.97796	10+781.308	11+582.385	-77 847.131	-104 717.030	-77 897.154	-105 516.543

AR - Alinhamento Reto

CC - Curva Circular

## RASANTE

Elem	Km	Z (Vertice) (m)	i (entrada)	i (saída)	Extensão da Curva (m)	Raio da Curva Vertical
1	0+000.000	102.745	0.00%	0.00%		
2	0+134.639	102.744	0.00%	3.90%	62.341	1 600
3	0+317.391	109.863	3.90%	1.80%	83.715	4 000
4	0+593.690	114.844	1.80%	0.45%	135.178	10 000
5	1+130.699	117.266	0.45%	-3.54%	319.223	8 000
6	2+527.296	67.837	-3.54%	-3.02%	104.666	20 000
7	3+484.814	38.959	-3.02%	3.00%	240.638	4 000
8	3+909.175	51.69	3.00%	0.00%	240.000	8 000
9	5+025.733	51.69	0.00%	-6.00%	480.000	8 000
10	5+662.792	13.466	-6.00%	0.00%	300.000	5 000
11	6+928.831	13.466	0.00%	-2.01%	161.028	8 000
12	7+207.453	7.858	-2.01%	-1.38%	126.539	20 000
13	7+432.254	4.755	-1.38%	-4.82%	68.880	2 000
14	7+560.068	-1.411	-4.82%	-2.05%	55.399	2 000
15	8+083.958	-12.172	-2.05%	0.00%	123.252	6 000
16	8+852.060	-12.172	0.00%	2.76%	165.528	6 000
17	9+501.600	5.747	2.76%	1.17%	127.440	8 000
18	9+863.343	9.964	1.17%	0.00%	174.870	15 000
19	10+522.208	9.964	0.00%	0.50%	100.000	20 000
20	11+026.429	12.485	0.50%	-0.50%	100.000	10 000
21	11+557.385	9.831	-0.50%			



**PEÇAS DESENHADAS**

LAPAM-EV-001 – PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL (KM 0+000 A KM 3+900)

LAPAM-EV-002 – PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL (KM 3+900 A KM 7+750)

LAPAM-EV-003 – PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL (KM 7+750 A KM 11+582)

LAPAM-EV-004 – SEÇÕES TIPO E PORMENORES





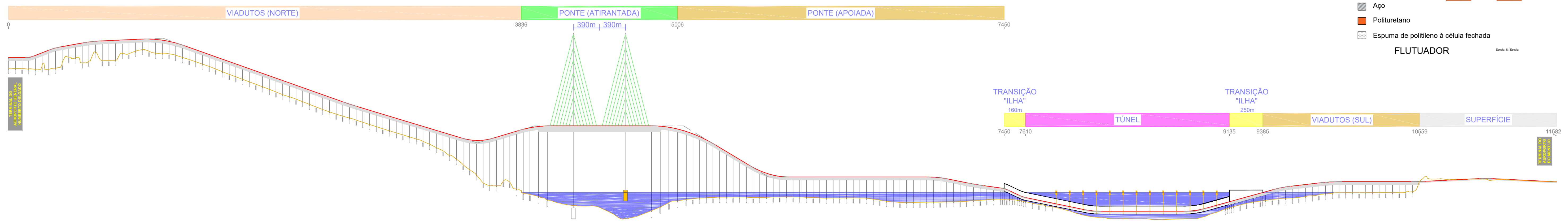
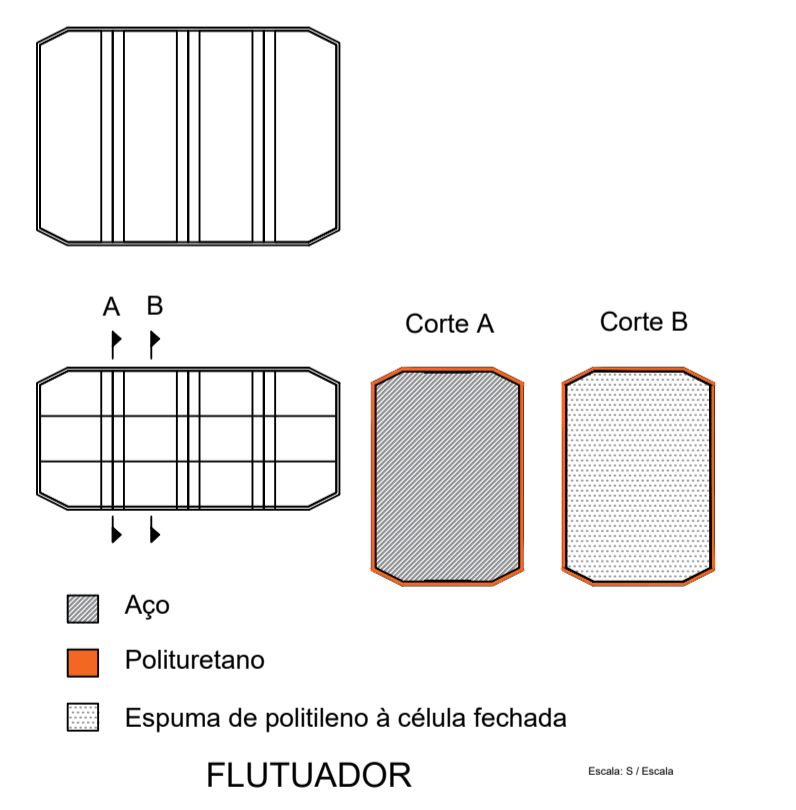
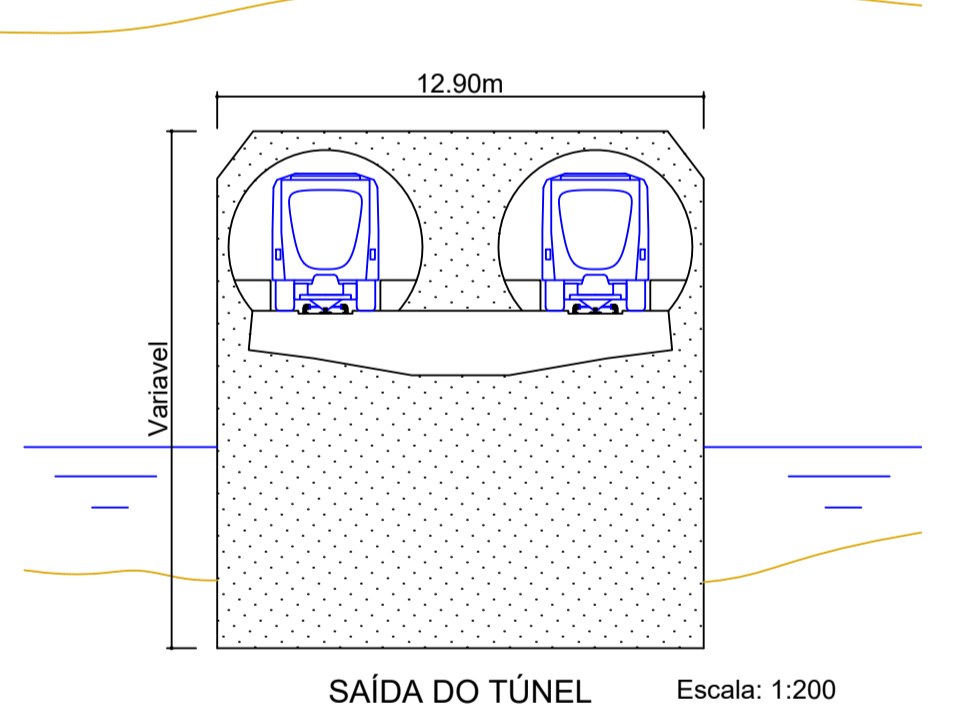
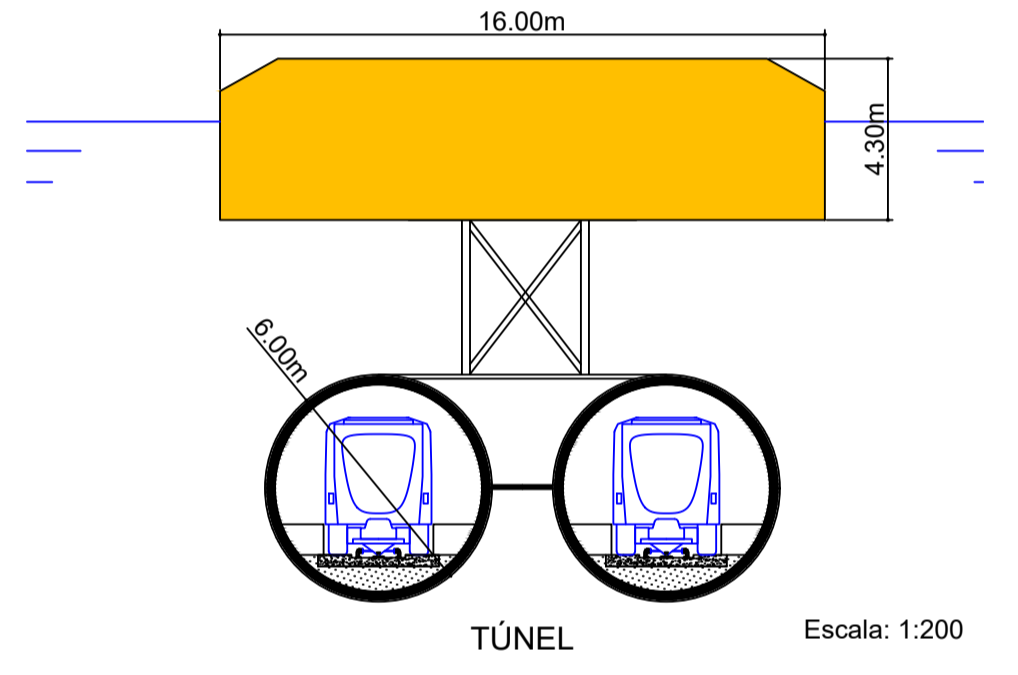
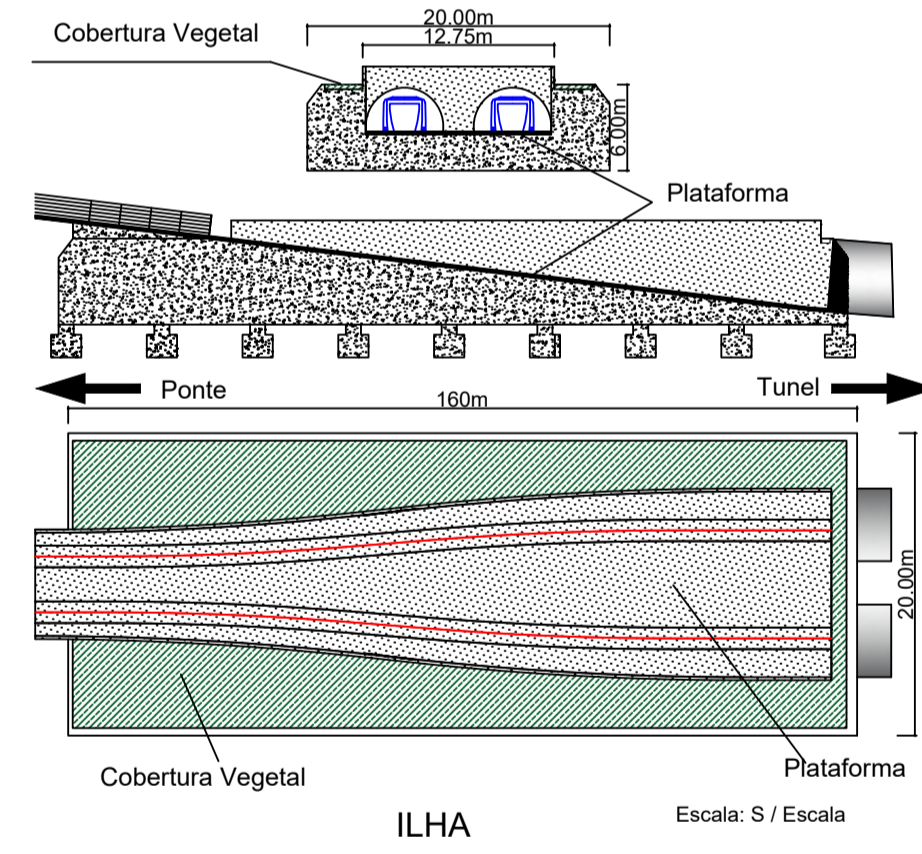
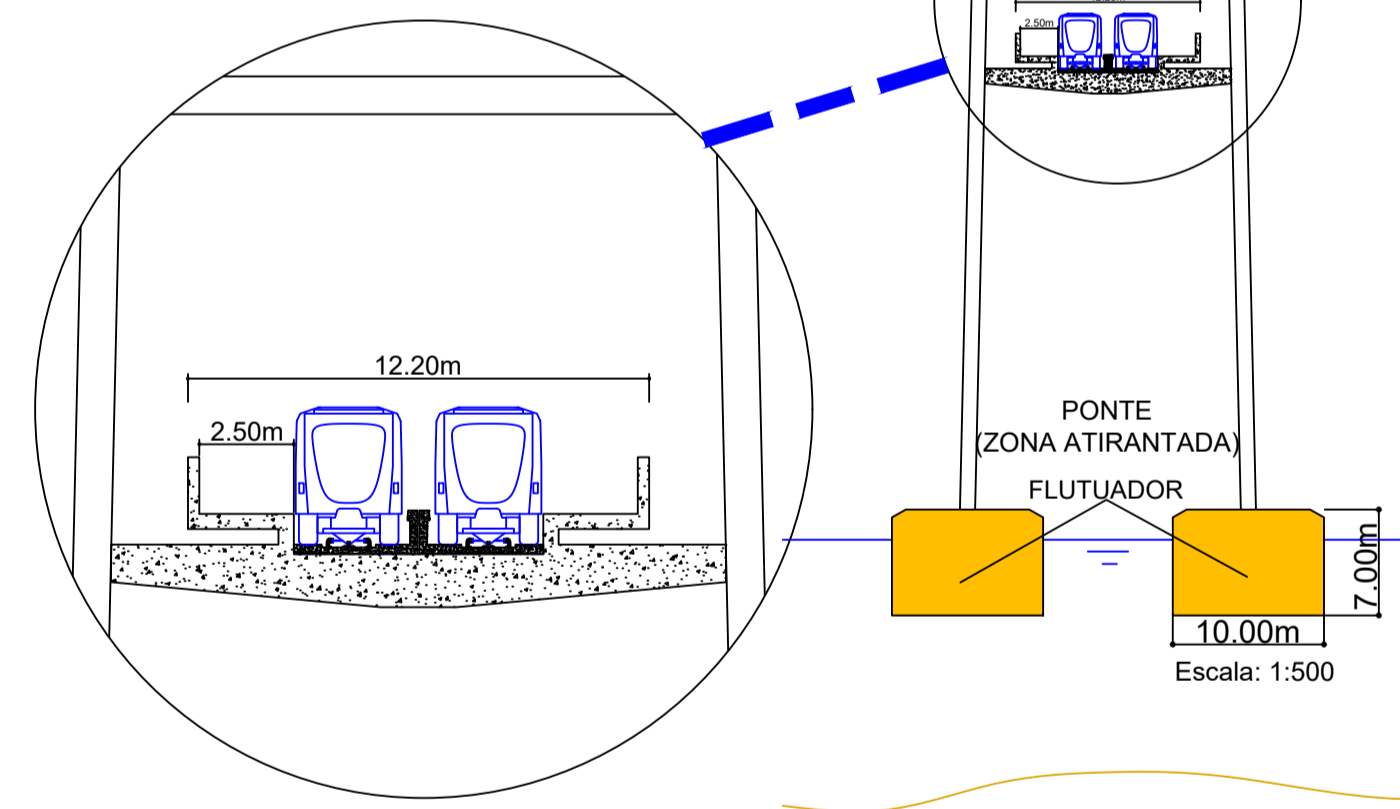
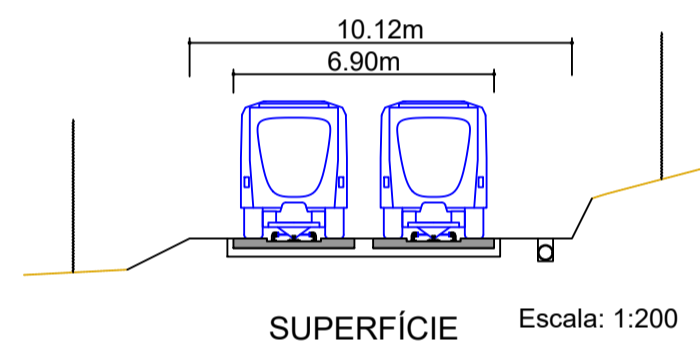
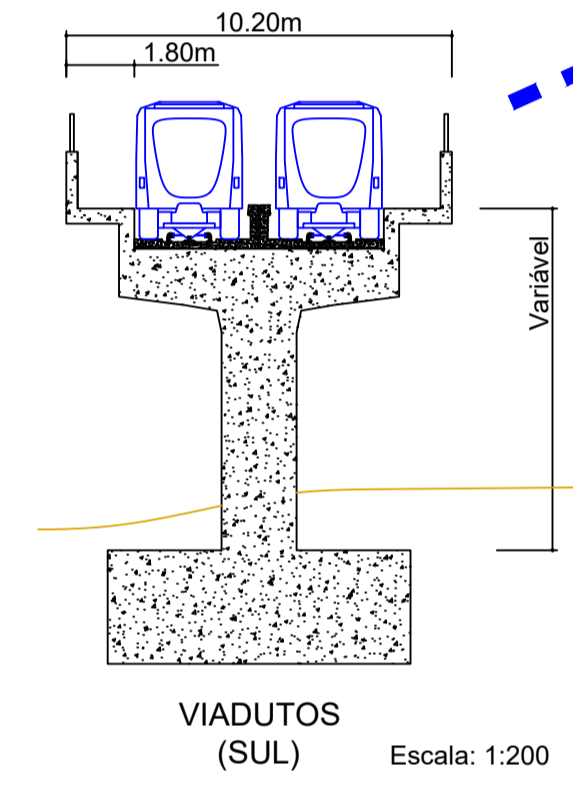
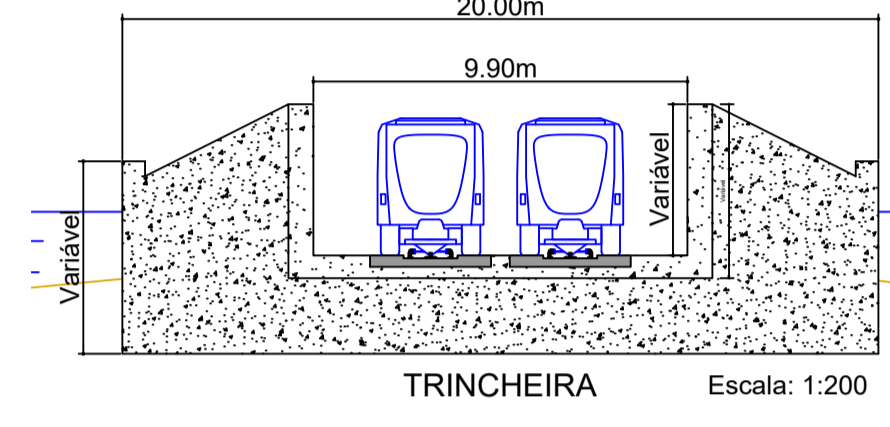
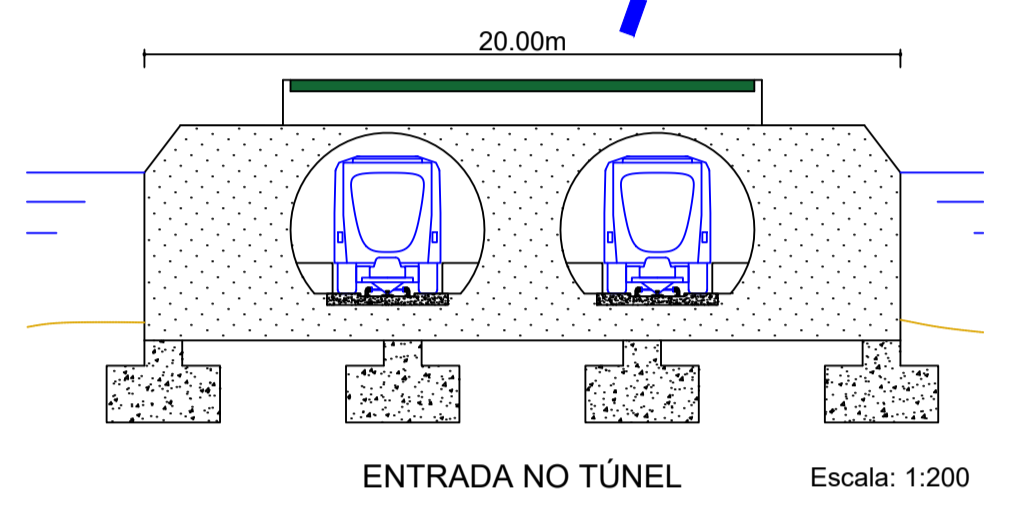
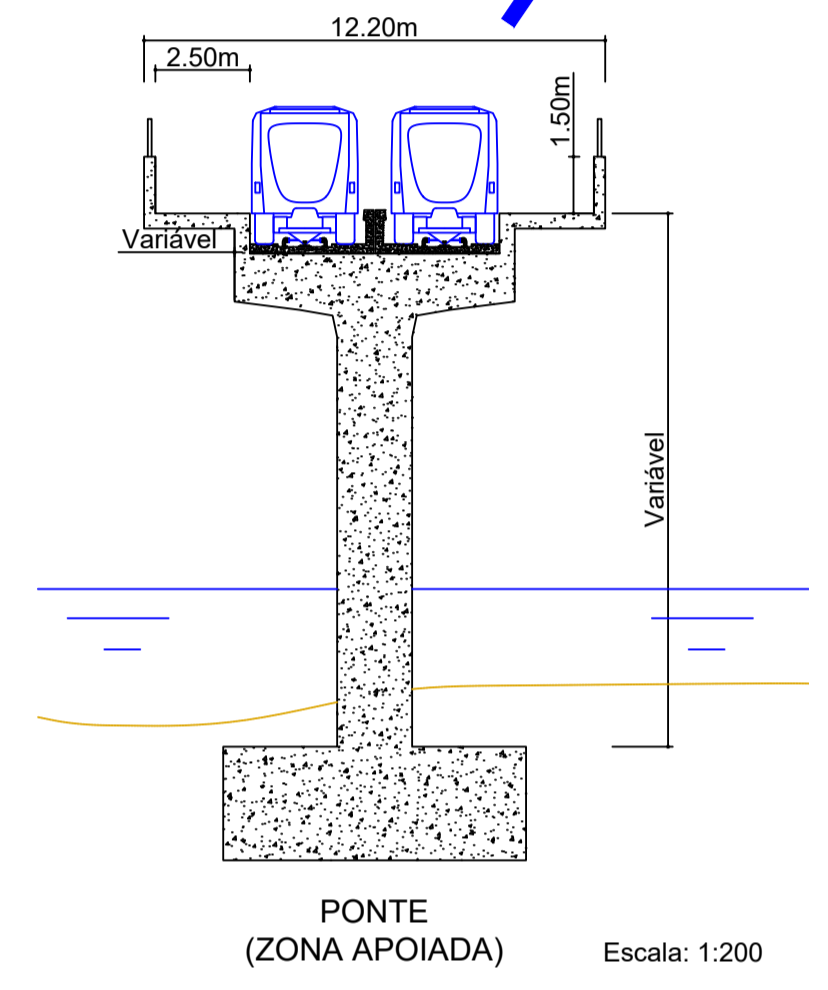
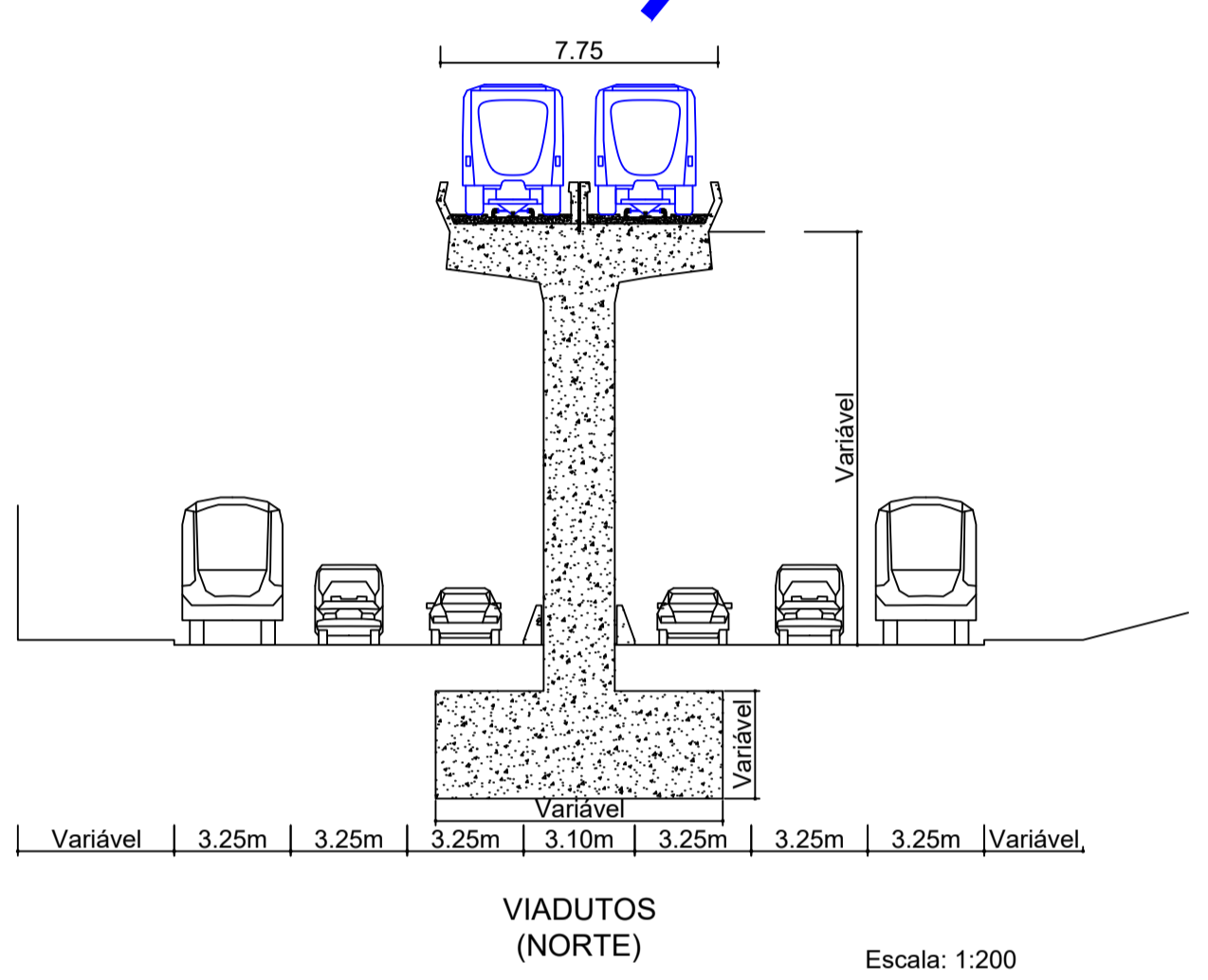












**LEGENDA:**

**PLANTA**

- 3+000 Diretriz de Projeto
- 1 Km / Hec de Projeto

**PERFIL LONGITUDINAL**

- Rasante de Projeto
- Terreno
- Rio Tejo (Cota de Referência)
- Laje de Via

**OBRAS DE ARTE**

- Viadutos (Norte)
- Ponte (Seção Atirantada)
- Ponte (Seção Apoiada)
- Transição Ponte / Túnel ("Ilha")
- Túnel
- Transição Túnel / Viadutos (Sul) ("Ilha")
- Viadutos (Sul)
- Superfície
- Flutuador

Cliente Área Departamental de Eng.º Civil TFM	Projeto Grupo	Título complementar <b>LIGAÇÃO ENTRE OS AEROPORTOS DA PORTELA E DO MONTIJO COM RECURSO A ESTRUTURAS FLUTUANTES</b>	Escala numérica As indicadas	Chefe projeto P. Africano	Substituído por P. Africano	Designação <b>ESTUDO DE VIABILIDADE</b>  <b>SECÇÕES TIPO E PORMENORES</b>	Desenho <b>LAPAM-EV-004</b>
			Escala gráfica	Desenhado por P. Africano	Data 12/2021		Folha 1/1

Nota: Em desenhos de fundo referente de A1, manter a escala gráfica.