

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE

PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024



IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
TOMO I - VOLUME 1 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE GER 000 000 MD 010001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	APRESENTAÇÃO DO PROJETO	0							
LVSSA MSA PE GER 000 000 MQ 010001 0		MAPA DE QUANTIDADES DE TRABALHO E ESTIMATIVA DE CUSTO		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE GER 000 000 DW 010010 0	133273	DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO		0							
LVSSA MSA PE GER LIN 000 DW 010001 0	133274	SEÇÕES TIPO.		0							
LVSSA MSA PE GER 000 000 DW 010002 0	133275	ORGANIZAÇÃO DO PROJETO - FASE DE CONCEÇÃO (WBS)		0							

TOMO I - VOLUME 2 - TRAÇADO											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 MD 031000 0		TRAÇADO	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	0							

PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031001 0	133284	TRAÇADO	PLANTA GERAL DE CONJUNTO	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031002 0	133285	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL DE CONJUNTO	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031003 0	133286	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL DA VIA ASCENDENTE	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031004 0	133287	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL DA VIA DESCENDENTE	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031005 0	133288	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL - VIAS DE RESGUARDO	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T81 DW 031001 0	133289	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VA - T81	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T81 DW 031002 0	133290	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VD - T81	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T81 DW 031003 0	133291	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL RESGUARDO 3 - T81	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T81 DW 031004 0	133292	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T81	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T82 DW 031001 0	133294	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VA - T82	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T82 DW 031002 0	133295	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VD - T82	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T82 DW 031003 0	133296	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL RESGUARDO 2- T82	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T82 DW 031004 0	133297	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T82 (1/2)	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T82 DW 031005 0	133298	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T82 (2/2)	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T83 DW 031001 0	133299	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VA - T83	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T83 DW 031002 0	133300	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VD - T83	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T83 DW 031003 0	133301	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL RESGUARDO 1- T83	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T83 DW 031004 0	133302	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T83 (1/2)	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T83 DW 031005 0	133303	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T83 (2/2)	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T84 DW 031001 0	133304	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VA - T84	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T84 DW 031002 0	133305	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VD - T84	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T84 DW 031003 0	133306	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T84 (1/2)	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T84 DW 031004 0	133307	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T84 (2/2)	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T85 DW 031001 0	133308	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VA - T85	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T85 DW 031002 0	133309	TRAÇADO	PERFIL LONGITUDINAL VD - T85	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN T85 DW 031003 0	133310	TRAÇADO	PLANTA DE PIQUETAGEM - T85	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031006 0	133312	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Secção em Reta	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031007 0	133313	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 85/1. Km 0+400	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031008 0	133314	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 2 - Secção em estação	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031009 0	133315	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 84/1. Km 0+800	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031010 0	133316	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 84/2 e Curva 83/1. km 1+500 e km 1+800	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031011 0	133317	TRAÇADO	Cortes Transversais. SEV 1/ CO. Km 1+875.043	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031012 0	133318	TRAÇADO	Cortes Transversais. Resguardo 1 - Via Tipo 1 e Via Tipo 6. Km 2+000	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031013 0	133319	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 83/2. Km 2+300	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031014 0	133320	TRAÇADO	Cortes Transversais. SEV 1/ IF. Km 2+661.542	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031015 0	133321	TRAÇADO	Cortes Transversais. Resguardo 2 - Via Tipo 1 e Via Tipo 6. Km 2+800	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031016 0	133322	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 3 - Curva 82/1. Km 3+100	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031017 0	133323	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 4 - Curva 82/2. Km 3+400	0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031018 0	133324	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 4 - Reta. Km 3+450	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031019 0	133325	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 5 - Estação de Alcântara	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031020 0	133326	TRAÇADO	Cortes Transversais. Via Tipo 3 - Curva 81/1. Km 3+650	0							
LVSSA MSA PE TRA LIN 000 DW 031021 0	133327	TRAÇADO	Cortes Transversais. Resguardo 3 - Via Tipo 1 e Via Tipo 6. km 4+000	0							

TOMO I - VOLUME 3 - VIA FÉRREA

1. Projeto de instalação de via (PIV)

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031001 0		PROJETO DE INSTALAÇÃO DE VIA.	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	0							
--------------------------------------	--	-------------------------------	------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031001 0	133328	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (1/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031002 0	133329	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (2/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031003 0	133330	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (3/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031004 0	133331	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (4/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031005 0	133332	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (5/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031006 0	133333	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (6/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031007 0	133334	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (7/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031008 0	133335	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (8/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031009 0	133336	VIA FERREA	TIPOS DE VIA. PLANTA GERAL (9/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031010 0	133337	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (1/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031011 0	133338	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (2/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031012 0	133339	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (3/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031013 0	133340	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (4/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031014 0	133341	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (5/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031015 0	133342	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (6/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031016 0	133343	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (7/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031017 0	133344	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (8/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031018 0	133345	VIA FERREA	PLANO DE INSTALAÇÃO DE VIA (9/9)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031019 0	133346	VIA FERREA	CARRIL DE ROLAMENTO 50 E6	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031020 0	133347	VIA FERREA	PALMILHA EM BORRACHA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031021 0	133348	VIA FERREA	CARRIL DE ENERGIA T52	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031022 0	133349	VIA FERREA	RAMPA DE CARRIL DE ENERGIA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031023 0	133350	VIA FERREA	BATENTE PARA AMARRAÇÃO DO CARRIL DE ENERGIA - VIA CORRENTE E SEV	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031024 0	133351	VIA FERREA	ESQUEMA DE MONTAGEM DA JUNTA DE DILATAÇÃO DO CARRIL DE ENERGIA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031025 0	133352	VIA FERREA	INSTALAÇÃO DO CARRIL DE ENERGIA SOBRE ISOLADORES DE RESINA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031026 0	133353	VIA FERREA	BASE PRÉ FABRICADA PARA SUPORTE DOS ISOLADORES DE RESINA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031027 0	133354	VIA FERREA	ESQUEMA DE MONTAGEM DO CARRIL DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031028 0	133355	VIA FERREA	BLOCO PRÉ FABRICADO PARA SUPORTE DO CARRIL DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031029 0	133356	VIA FERREA	CALEIRA DE CABOS PRÉ FABRICADOS EM BETÃO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031030 0	133357	VIA FERREA	CALEIRA DE CABOS PRÉ FABRICADOS EM BETÃO COM DRENAGEM	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031031 0	133358	VIA FERREA	PASSADEIRA DE ATRAVESAMENTO DE VIA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031032 0	133359	VIA FERREA	BLOCOS BETÃO PARA SUPORTE DO CARRIL DE ROLAMENTO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031033 0	133360	VIA FERREA	ATRAVESAMENTOS DE CABOS TIPO T1 - PORMENOR TIPO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031034 0	133361	VIA FERREA	ATRAVESAMENTOS DE CABOS TIPO C5 - PORMENOR TIPO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031035 0	133362	VIA FERREA	PROTEÇÃO ALTA DO CARRIL DE ENERGIA - TRAVESSA BIBLOCO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031036 0	133363	VIA FERREA	LUBRIFICADOR DE VIA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031037 0	133364	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Secção em Reta	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031038 0	133365	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 85/1. Km 0+400	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031039 0	133366	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 2 - Secção em estação	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031040 0	133367	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 84/1. Km 0+800	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031041 0	133368	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 84/2 e Curva 83/1. km 1+500 e km 1+800	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031042 0	133369	VIA FERREA	Cortes Transversais. SEV 1/ C0. Km 1+875.043	0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE

PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024



IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031043 0	133370	VIA FERREA	Cortes Transversais. Resguardo 1 - Via Tipo 1 e Via Tipo 6. Km 2+000	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031044 0	133371	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 1 - Curva 83/2. Km 2+300	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031045 0	133372	VIA FERREA	Cortes Transversais. SEV 1/ IF. Km 2+661.542	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031046 0	133373	VIA FERREA	Cortes Transversais. Resguardo 2 - Via Tipo 1 e Via Tipo 6. Km 2+800	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031047 0	133374	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 3 - Curva 82/1. Km 3+100	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031048 0	133375	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 4 - Curva 82/2. Km 3+400	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031049 0	133376	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 4 - Reta. Km 3+450	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031050 0	133377	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 5 - Estação de Alcântara	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031051 0	133378	VIA FERREA	Cortes Transversais. Via Tipo 3 - Curva 81/1. Km 3+650	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031052 0	133379	VIA FERREA	Cortes Transversais. Resguardo 3 - Via Tipo 1 e Via Tipo 6. Km 4+000	0							

2. Projeto de drenagem de Via

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE DRV LIN 000 MD 031000 0		DRENAGEM DE VIA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	0							
--------------------------------------	--	-----------------	------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031001 0	133380	DRENAGEM DE VIA	PLANTA GERAL. KM 0+000/0+700	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031002 0	133381	DRENAGEM DE VIA	PLANTA GERAL. KM 0+700/1+400	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031003 0	133382	DRENAGEM DE VIA	PLANTA GERAL. KM 1+400/2+100	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031004 0	134962	DRENAGEM DE VIA	PLANTA GERAL. KM 2+100/2+800	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031005 0	134963	DRENAGEM DE VIA	PLANTA GERAL. KM 2+800/3+500	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031006 0	134964	DRENAGEM DE VIA	PLANTA GERAL. KM 3+500/4+097.224	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031007 0	133386	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. KM 0+000/0+700	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031008 0	133384	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. KM 0+700/1+400	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031009 0	133385	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. KM 1+400/2+100	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031010 0	134965	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. KM 2+100/2+800	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031011 0	134966	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. KM 2+800/3+500	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031012 0	134967	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. KM 3+500/4+097.224	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031013 0	134968	DRENAGEM DE VIA	PERFIL LONGITUDINAL. VIAS DE RESGUARDO 1,2 E 3	0							
LVSSA MSA PE DRV LIN 000 DW 031014 0	133387	DRENAGEM DE VIA	PORMENORES	0							

TOMO I - VOLUME 4 - COLUNA SECA

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE CLS 000 000 MD 090001 0		COLUNA SECA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	0							
--------------------------------------	--	-------------	------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091000 0	133388	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 0+000/4+096.086 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							
LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091001 0	133389	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 0+000/0+700 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							
LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091002 0	133390	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 0+700/1+400 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							
LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091003 0	133391	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 1+400/2+100 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							
LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091004 0	133392	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 2+100/2+800 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							
LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091005 0	133393	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 2+800/3+500 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							
LVSSA MSA PE CLS LIN 000 DW 091006 0	133394	COLUNA SECA	PLANTA GERAL KM 3+500/4+096.086 - ESQUEMA DE PRINCIPIO	0							

TOMO I - VOLUME 5 - TOPOGRAFIA

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA CBJ PE TOP 000 000 MD 010001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA		0							
--------------------------------------	--	------------------------------------	--	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011000 0	133105	LEV TOP - CAMPOLIDE - RUA MARQUÊS DA FRONTEIRA, EPL		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011001 0	133106	LEV TOP - CAMPOLIDE - RUA MARQUÊS DA FRONTEIRA, EPL		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011002 0	133107	LEV TOP - CAMPOLIDE - RUA MARQUÊS DA FRONTEIRA, EPL		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011003 0	133108	LEV TOP - CAMPOLIDE - RUA MARQUÊS DA FRONTEIRA, EPL		0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE

PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024



IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011004 0	133109	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. CONSELHEIRO FERNANDO DE SOUSA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011005 0	133110	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. CONSELHEIRO FERNANDO DE SOUSA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011006 0	133111	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. ENG. DUARTE PACHECO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011007 0	133112	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. ENG. DUARTE PACHECO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011008 0	133113	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. ENG. DUARTE PACHECO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011009 0	133114	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. ENG. DUARTE PACHECO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011010 0	133115	LEV TOP – AMOREIRAS - AV. ENG. DUARTE PACHECO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011011 0	133116	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA GORGEL DO AMARAL		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011012 0	133117	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA SILVA CARVALHO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011013 0	133118	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA SILVA CARVALHO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011014 0	133119	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA CAMPO DE OURIQUE		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011015 0	133120	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA FERREIRA BORGES		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011016 0	133121	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA CORREIA TELES / RUA 4 DE INFANTARIA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011017 0	133122	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - JARDIM TEÓFILO BRAGA / JARDIM DA PARADA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011018 0	133123	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - JARDIM TEÓFILO BRAGA / JARDIM DA PARADA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011019 0	133124	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - JARDIM TEÓFILO BRAGA / JARDIM DA PARADA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011020 0	133125	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - R. FRANCISCO METRASS / R. COELHO E ROCHA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011021 0	133126	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - R. 4 DE INFANTARIA / R. COELHO E ROCHA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011022 0	133127	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - R. FRANCISCO METRASS / R. PADRE FRANCISCO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011023 0	133128	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA TOMÁS DE ANUNCIACÃO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011024 0	133129	LEV TOP – CAMPO DE OURIQUE - RUA SARAIVA DE CARVALHO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011025 0	133130	LEV TOP – PRESIDÊNCIA - RUA PROFESSOR GOMES TEIXEIRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011026 0	133131	LEV TOP – PRESIDÊNCIA - RUA PROFESSOR GOMES TEIXEIRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011027 0	133132	LEV TOP – POSSOLO – ESTRELA - R. DO POSSOLO / R. STO ANTÓNIO À ESTRELA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011028 0	133133	LEV TOP – POSSOLO – ESTRELA - TRAVESSA DO POSSOLO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011029 0	133134	LEV TOP – POSSOLO – ESTRELA - TRAVESSA DO POSSOLO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011030 0	133135	LEV TOP – INFANTE SANTO - AVENIDA INFANTE SANTO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011031 0	133136	LEV TOP – INFANTE SANTO - AVENIDA INFANTE SANTO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011032 0	133137	LEV TOP – INFANTE SANTO - AVENIDA INFANTE SANTO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011033 0	133138	LEV TOP – INFANTE SANTO - RUA ARCO DO CHAFARIZ DAS TERRAS		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011034 0	133139	LEV TOP – INFANTE SANTO - AVENIDA INFANTE SANTO		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011035 0	133140	LEV TOP – INFANTE SANTO - AVENIDA INFANTE SANTO (COVA DA MOURA)		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011036 0	133141	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, LARGO RILVAS		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011037 0	133142	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, LARGO RILVAS		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011038 0	133143	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, LARGO RILVAS		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011039 0	133144	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, LARGO RILVAS		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011040 0	133145	LEV TOP – ALCÂNTARA - TRAVESSA COSTA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011041 0	133146	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, R. NECESSIDADES		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011042 0	133147	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, R. NECESSIDADES		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011043 0	133148	LEV TOP – ALCÂNTARA - PALÁCIO DAS NECESSIDADES, R. NECESSIDADES		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011044 0	133149	LEV TOP – ALCÂNTARA - ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA-TERRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011045 0	133150	LEV TOP – ALCÂNTARA - ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA-TERRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011046 0	133151	LEV TOP – ALCÂNTARA - ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA-TERRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011047 0	133152	LEV TOP – ALCÂNTARA - ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA-TERRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011048 0	133153	LEV TOP – ALCÂNTARA - ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA-TERRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011049 0	133154	LEV TOP – ALCÂNTARA - ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA-TERRA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011050 0	133155	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011051 0	133156	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011052 0	133157	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011053 0	133158	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011054 0	133159	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011055 0	133160	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011056 0	133161	LEV TOP – ALCÂNTARA – ALCÂNTARA		0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011057 0	133162	LEV TOP – ALCÂNTARA – ACESSO PONTE	25 DE ABRIL	0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011058 0	133163	LEV TOP – ALCÂNTARA – ACESSO PONTE	25 DE ABRIL	0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011059 0	133164	LEV TOP – ALCÂNTARA – ACESSO PONTE	25 DE ABRIL	0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011060 0	133165	LEV TOP – ALCÂNTARA – ACESSO PONTE	25 DE ABRIL	0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011061 0	133166	LEV TOP – ALCÂNTARA – ACESSO PONTE	25 DE ABRIL	0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011062 0	133167	LEV TOP – ALCÂNTARA – ACESSO PONTE	25 DE ABRIL	0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011063 0	133168	LEV TOP – ALCÂNTARA – TAPADA DA AJUDA, ISA		0							
LVSSA MSA PE TOP LIN 000 DW 011064 0	133169	LEV TOP – ALCÂNTARA – TAPADA DA AJUDA, ISA		0							

TOMO I - VOLUME 6 - ESTUDO GEOLÓGICO/ GEOTÉCNICO											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE GEO 000 000 MD 020001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA		0							

PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021000 0	133395	PLANTA DE LOCALIZAÇÃO		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021001 0	133396	PLANTA 1/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021002 0	133397	PERFIL 1/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021003 0	133398	PLANTA 2/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021004 0	133399	PERFIL 2/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021005 0	133400	PLANTA 3/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021006 0	133401	PERFIL 3/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021007 0	133402	PLANTA 4/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021008 0	133403	PERFIL 4/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021009 0	133404	PLANTA 5/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021010 0	133405	PERFIL 5/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021011 0	133406	PLANTA 6/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021012 0	133407	PERFIL 6/6		0							
LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021013 0	134201	CAROTES		0							

TOMO I - VOLUME 7 - ESTUDO HIDROGEOLÓGICO											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE GEO 000 000 MD 020003 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA		0							
LVSSA LNEC PE GEO 000 000 MD 020004 0		ESTUDO DE IMPACTE HIDROGEOLÓGICO DECORRENTE DA CONSTRUÇÃO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA DO METROPOLITANO DE LISBOA NA ZONA DO VALE DE ALCÂNTARA		0							
PEÇAS DESENHADAS											
não tem peças desenhadas											

TOMO I - VOLUME 8 - VIBRAÇÕES, RUIDO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO											
1. Estudo de Ruído para a Fase Construção											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031000 0		RUIDO	ESTUDO DE RUIDO PARA A FASE CONSTRUÇÃO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031004 0		RUIDO	ACESSO ACÚSTICO INFANTE SANTO	0							

PEÇAS DESENHADAS											
não tem peças desenhadas											

2. Estudo de Ruído para a Fase de Exploração											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031001 0		RUIDO	ESTUDO DE RUIDO PARA A FASE EXPLORAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031005 0		RUIDO	ESTUDO DE RUIDO - VIADUTO DE ALCÂNTARA	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031006 0		RUIDO	AValiação Acústica	0							

PEÇAS DESENHADAS											

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
não tem peças desenhadas											

3. Estudo de Vibrações para a fase de Construção

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031002 0		VIBRAÇÕES	ESTUDO DE VIBRAÇÕES PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO	0							
--------------------------------------	--	-----------	---	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

não tem peças desenhadas											
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. Estudo de Vibrações para a fase de exploração

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE VIA 000 000 MD 031003 0		VIBRAÇÕES	ESTUDO DE VIBRAÇÕES PARA A FASE DE EXPLORAÇÃO	0							
--------------------------------------	--	-----------	---	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031000 0	133408	SISTEMA DE VIA	DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS DE ATENUAÇÃO DE VIBRAÇÃO (1/2)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031001 0	133409	SISTEMA DE VIA	DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS DE ATENUAÇÃO DE VIBRAÇÃO (2/2)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031002 0	133410	SISTEMA DE VIA	LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS NA VIA (1/2)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031003 0	133411	SISTEMA DE VIA	LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS NA VIA (2/2)	0							
LVSSA MSA PE VIA LIN 000 DW 031004 0	133412	SISTEMA DE VIA	SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS DE VIA PERMANENTE	0							

5. Projeto de Condicionamento Acústico e Vibrações das Estações

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MAS PE CAC EST CE MD 062001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA RELATIVA AO ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO	0							
LVSSA MAS PE CAC EST CO MD 063001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA RELATIVA AO ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO	0							
LVSSA MAS PE CAC EST IS MD 064001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA RELATIVA AO ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO	0							
LVSSA MAS PE CAC EST AC MD 065001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA RELATIVA AO ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO	0							

PEÇAS DESENHADAS

não tem peças desenhadas											
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TOMO I - VOLUME 9 - ESTALEIROS

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE ETL LIN 000 MD 141001 0		ESTALEIROS AO LONGO DA LINHA	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	0							
--------------------------------------	--	------------------------------	------------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE ETL LIN 000 DW 141001 0	133170	ESTALEIROS AO LONGO DA LINHA	PLANTA DE ENQUADRAMENTO GERAL E LOCALIZAÇÃO DOS ESTALEIROS	0							
LVSSA MSA PE ETL LIN 000 DW 142002 0	133171	ESTALEIRO CENTRAL (ESTACIONAMENTO PALÁCIO DA JUSTIÇA)	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE ETL VDT VDA DW 149000 0	133172	BALIARTE DO LIVRAMENTO / VIADUTO DE ALCÁNTARA	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142003 0 (1-7)	133173	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 1	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142004 0 (2-7)	133174	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 2	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142005 0 (3-7)	133175	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 3	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142006 0 (4-7)	133176	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 4	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142007 0 (5-7)	133177	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 5	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142008 0 (6-7)	133178	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 6	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CE DW 142009 0 (7-7)	133179	ESTAÇÃO CAMPOLIDE / AMOREIRAS	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 7	0							
LVSSA MSA PE ETL EST CO DW 143003 0	133180	ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE ETL EST IS DW 144003 0	133181	ESTAÇÃO INFANTE SANTO	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE ETL EST AC DW 145003 0 (1-5)	133182	ESTAÇÃO ALCÁNTARA	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 1	0							
LVSSA MSA PE ETL EST AC DW 145004 0 (2-5)	133183	ESTAÇÃO ALCÁNTARA	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 2	0							
LVSSA MSA PE ETL EST AC DW 145005 0 (3-5)	133184	ESTAÇÃO ALCÁNTARA	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 3	0							
LVSSA MSA PE ETL EST AC DW 145006 0 (4-5)	133185	ESTAÇÃO ALCÁNTARA	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - FASE 4	0							
LVSSA MSA PE ETL EST AC DW 145007 0 (5-5)	133186	ESTAÇÃO ALCÁNTARA	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA - ÁREA TOTAL A OCUPAR PE LAS DIVERSAS FASES DO ESTALFIRO	0							
LVSSA MSA PE ETL PVE PV211 DW 146010 0	133187	PV211	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE ETL PVE PV215 DW 146012 0	133188	PV215	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							
LVSSA MSA PE ETL PVE PV217 DW 146020 0	133189	PV217	PLANTA DE ESTALEIRO E SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	0							

TOMO I - VOLUME 10 - PPGRCD											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040001 0			PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	0							
PEÇAS DESENHADAS											
não tem peças desenhadas											

TOMO I - VOLUME 11 - SEGURANÇA CONTRA RISCO DE INCÊNDIO (SCIE)											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE SCI 000 000 MD 193001 0			SEGURANÇA CONTRA O RISCO DE INCÊNDIO (SCIE)	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	0						
PEÇAS DESENHADAS											
(não tem peças desenhadas gerais, consultar volumes específicos das obras)											

TOMO I - VOLUME 12 - PROJETO VIÁRIO											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE DTR EST AC MD 085100 0			PROJETO VIÁRIO	ALCÁNTARA	0						
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE DTR EST AC DW 085101 0	133413		PROJETO VIÁRIO. ESBOÇO COROGRÁFICO	ALCÁNTARA	0						
LVSSA MSA PE DTR EST AC DW 085102 0	133414		PROJETO VIÁRIO. EST. ALCÁNTARA - PLANTA GERAL	ALCÁNTARA	0						
LVSSA MSA PE DTR EST AC DW 085103 0	133415		PROJETO VIÁRIO. EST. ALCÁNTARA - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - ROTUNDA	ALCÁNTARA	0						
LVSSA MSA PE DTR EST AC DW 085104 0	133416		PROJETO VIÁRIO. EST. ALCÁNTARA - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - VIA ASCENDENTE	ALCÁNTARA	0						
LVSSA MSA PE DTR EST AC DW 085105 0	133417		PROJETO VIÁRIO. EST. ALCÁNTARA - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - VIA DESCENDENTE	ALCÁNTARA	0						
LVSSA MSA PE DTR EST AC DW 085106 0	133418		PROJETO VIÁRIO. EST. ALCÁNTARA - PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL - ACESSO PONTE 25 DE ABRIL	ALCÁNTARA	0						
LVSSA MSA PE DRV EST AC DW 085107 0	134510		PLANTA DE DRENAGEM E PORMENORES	ALCÁNTARA	0						

TOMO I - VOLUME 13 - TRABALHOS DE INTEGRAÇÃO NA REDE ML											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MAS PE GER 000 000 MD 010002 0			MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA	TRABALHOS DE INTEGRAÇÃO NA REDE ML	0						
PEÇAS DESENHADAS											
(não tem peças desenhadas gerais, consultar volumes específicos da obra OE1)											

TOMO I - VOLUME 14 - PLANO DE COMISSONAMENTO											
PEÇAS ESCRITAS											
sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE											
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas.											

TOMO I - VOLUME 15 - PLANO DE MANUTENÇÃO											
PEÇAS ESCRITAS											
sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE											
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas.											

TOMO I - VOLUME 16 - PROJETO DE REDES DE TERRAS EMBEBIDAS E CORRENTES VAGABUNDAS											
PEÇAS ESCRITAS											

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE

PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024



IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE STR 000 000 MD 080001 0		PROJETO DE REDES DE TERRAS EMBEBIDAS E CORRENTES VAGABUNDAS		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE STR EST CE DW 082950 0	133276	ESTAÇÃO CAMPOLIDE AMOREIRAS	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR EST CO DW 083115 0	133277	ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR EST IS DW 084151 0	133278	ESTAÇÃO INFANTE SANTO	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR EST AC DW 085151 0	133279	ESTAÇÃO ALCÂNTARA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR PVE PV211 DW 086950 0	133280	PV211	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR PVE PV215 DW 086950 0	133281	PV215	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR PVE PV217 DW 086950 0	133282	PV217	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR VDT VDA DW 086950 0	134961	VIADUTO DE ALCÂNTARA	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR TUN 000 DW 086950 0	134714	TÚNEL T85	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR TUN 000 DW 086951 0	134960	TÚNEL T84 E T83	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR TUN 000 DW 086952 0	134715	TÚNEL T83 E T82	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							
LVSSA MSA PE STR TUN 000 DW 086953 0	134716	TÚNEL T82, OE5 E OE6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - TERRAS EMBEBIDAS	0							

TOMO I - VOLUME 17 - INTERFERÊNCIAS AO LONGO DA LINHA

PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE INT 000 000 MD 080001 0		MEMÓRIA DESCRITIVA GERAL		0							
LVSSA MSA PE INT 000 000 NT 080002 0		FICHAS DE INTERFERÊNCIAS (435)		0							
LVSSA MSA PE INT 000 000 NT 080003 0		INTERFERENCIAS - QUADRO RESUMO		0							
LVSSA MSA PE INT 000 000 NT 080004 0		VIADUTO DE ACESSO À PONTE 25 DE ABRIL		0							

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081000 0	133420	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA ESQUEMÁTICA		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081001 0	133421	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (1/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081002 0	133422	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (2/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081003 0	133423	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (3/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081004 0	133424	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (4/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081005 0	133425	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (5/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081006 0	133426	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (6/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081007 0	133427	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (7/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081008 0	133428	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (8/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081009 0	133429	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (9/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081010 0	133430	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (10/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081011 0	133431	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (11/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081012 0	133432	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (12/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081013 0	133433	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (13/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081014 0	133434	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS PLANTA (14/14)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081015 0	133435	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS QUADRO RESUMO (1/3)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081016 0	134689	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS QUADRO RESUMO (2/3)		0							
LVSSA MSA PE INT LIN 000 DW 081017 0	134690	INTERFERÊNCIAS COM O EDIFICADO E INFRAESTRUTURAS QUADRO RESUMO (3/3)		0							

TOMO I - VOLUME 18 - FMECA

PEÇAS ESCRITAS											
<i>sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE</i>											
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											

TOMO I - VOLUME 19 - RAMS

PEÇAS ESCRITAS											
<i>sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE</i>											

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO										
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES				
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D
PEÇAS DESENHADAS										
sem peças desenhadas.										

TOMO I - VOLUME 20 - SINALIZAÇÃO

PEÇAS ESCRITAS										
sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE (ML)										
PEÇAS DESENHADAS										
sem peças desenhadas (a cargo do ML)										

TOMO I - VOLUME 21 - RELATÓRIO DE CONFORMIDADE DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

PEÇAS ESCRITAS										
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040002 0		RECAPE	RESUMO NÃO TÉCNICO	0						
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040009 0		RECAPE	RELATÓRIO BASE	0						
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040010 0		RECAPE	PEÇAS DESENHADAS	0						
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040011 0		RECAPE	ANEXOS	0						
PEÇAS DESENHADAS										
sem peças desenhadas										

TOMO I - VOLUME 22 - PATRIMÓNIO CULTURAL/ ARQUEOLÓGICO

1. Relatório Base										
PEÇAS ESCRITAS										
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040003 0		RELATÓRIO BASE		0						
PEÇAS DESENHADAS										
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040001 0		CARTA DE CONDICIONANTES		0						

2. Estudos histórico-arqueológicos

PEÇAS ESCRITAS										
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040004 0		ESTUDOS HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICOS.PARTE 1		0						
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040005 0		ESTUDOS HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICOS.PARTE 2								
PEÇAS DESENHADAS										
sem peças desenhadas.										

3. Plano de Salvaguarda do Património Cultural

PEÇAS ESCRITAS										
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040007 0		PLANO DE SALVAGUARDA DO PATRIMÓNIO CULTURAL		0						
PEÇAS DESENHADAS										
sem peças desenhadas.										

4. Plano de Valorização do Património Cultural

PEÇAS ESCRITAS										
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040008 0		PLANO DE VALORIZAÇÃO DO PATRIMÓNIO CULTURAL		0						
PEÇAS DESENHADAS										
sem peças desenhadas.										

TOMO I - VOLUME 23 - ANÁLISE DE RISCO

PEÇAS ESCRITAS										

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
<i>sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE (ML)</i>											
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											
TOMO I - VOLUME 24 - PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA ACE GE AMB 000 000 DG 040001 0		PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL		0							
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											
TOMO I - VOLUME 25 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS)											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE SEG 000 000 MD 160002 0		PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE (PSS)									
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											
TOMO I - VOLUME 26 - LEVANTAMENTO PATRIMONIAL/ PLANO DE VISTORIAS/ IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040007 0		LEVANTAMENTO PATRIMONIAL/ PLANO DE VISTORIAS/ IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA								
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											
TOMO I - VOLUME 27 - DEMOLIÇÕES AO LONGO DA LINHA											
1. Relatório de Auditoria de pré-demolição											
PEÇAS ESCRITAS											
<i>sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE</i>											
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											
2. Projeto de demolições ao longo da linha											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE STR 000 000 MD 080001 0		RUA DA COSTA, 8-20, 22-26, 28, 30-32 E TRAVESSA DO LIVRAMENTO, 20-22-24, 21, 28-30 e 32		0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 MD 080002 0		ACESSO À PONTE 25 DE ABRIL		0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 MD 080003 0		BALUARTE DO LIVRAMENTO		0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 NT 080001 0		DEMOLIÇÕES E OBRAS ACESSÓRIAS		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 080001 0	133436	ESTAÇÃO DE CAMPO DE OURIQUE		0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 080002 0	133437	ESTAÇÃO DE INFANTE SANTO		0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 080003 0	133438	BALUARTE DO LIVRAMENTO		0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 080004 0	133439	ESTAÇÃO DE ALCÂNTARA		0							
TOMO I - VOLUME 28 - DOSSIER DE DEFINIÇÃO DE SEGURANÇA											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE SEG 000 000 MD 160003 0		DOSSIER DE DEFINIÇÃO DE SEGURANÇA		0							
PEÇAS DESENHADAS											
<i>sem peças desenhadas.</i>											

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
TOMO I - VOLUME 29 - BIM											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE GER 000 000 LP 010001 0		Lista de Modelos BIM									
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE											
TOMO I - VOLUME 30 - ESTUDOS DE VERIFICAÇÃO DA COMPATIBILIDADE ELECTRO-MAGNÉTICA DA CATENÁRIA IP											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE GER 000 000 MD 010005 0		ESTUDOS DE VERIFICAÇÃO DA COMPATIBILIDADE ELECTRO-MAGNÉTICA DA CATENÁRIA IP		0							
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas.											
TOMO I - VOLUME 31 - ANÁLISE DE RISCO DE INUNDAÇÃO POR TSUNAMI: ZONA DE VALE DE ALCÁNTARA											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE SEG 000 000 MD 160004 0		ANÁLISE DE RISCO DE INUNDAÇÃO POR TSUNAMI: ZONA DE VALE DE ALCÁNTARA									
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE SEG 000 000 DW 160004 0	133440	ANÁLISE DE RISCO DE INUNDAÇÃO POR TSUNAMI: ZONA DE VALE DE ALCÁNTARA									
TOMO I - VOLUME 32 - RELATÓRIO DE INSPEÇÃO PRÉVIA AO CANEIRO DE ALCÁNTARA											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE SAF 000 000 MD 050001 0		RELATÓRIO DE INSPEÇÃO PRÉVIA AO CANEIRO DE ALCÁNTARA									
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas											
TOMO I - VOLUME 33 - RELATÓRIO DE PROSPEÇÃO DE CONDUTA ELEVATÓRIA EM PRESSÃO DA ADTA-CE3											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE SAF 000 000 MD 050002 0		RELATÓRIO DE PROSPEÇÃO DE CONDUTA ELEVATÓRIA EM PRESSÃO DA ADTA-CE3									
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE SAF 000 000 DW 050002 0	135270	PROSPEÇÃO DE CONDUTA ELEVATORIA EM PRESSÃO DA ADTA-CE3									
TOMO I - VOLUME 34 - ARVOREDO EXISTENTE											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040008 0		ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO									
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040000 0 (1-2)	133311	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040000 0 (2-2)	133293	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040001 0 (1-2)	134691	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO CAMPOLIDE AMOREIRAS	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040001 0 (2-2)	134692	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO CAMPOLIDE AMOREIRAS	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040002 0	134693	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040003 0	134694	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040004 0	134695	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040005 0	134696	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO LARGO DA IGREJA DO SANTO CONDESTÁVEL	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040006 0	134697	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040007 0	134698	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO INFANTE SANTO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040008 0 (1-4)	134699	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040008 0 (2-4)	134700	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040008 0 (3-4)	134701	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040008 0 (4-4)	134702	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040009 0 (1-4)	134703	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO ALCÁNTARA	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040009 0 (2-4)	134704	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO ALCÁNTARA	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040009 0 (3-4)	134705	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO ALCÁNTARA	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040009 0 (4-4)	134706	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO ESTAÇÃO ALCÁNTARA	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040010 0	134707	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040011 0	134708	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO PV211	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040012 0	134709	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040013 0	134710	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO PV215	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040014 0	134711	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO	0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040015 0	134712	ELENCO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E PROPOSTAS DE SUBSTITUIÇÃO	PLANO DE INTERVENÇÃO NO COBERTO ARBÓREO PV217	0							

TOMO I - VOLUME 35 - ESTUDO DE AVALIAÇÃO DA PERIGOSIDADE/ CONTAMINAÇÃO DE SOLOS ESCAVADOS											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040009 0		ESTUDO DE AVALIAÇÃO DA PERIGOSIDADE/ CONTAMINAÇÃO DE SOLOS ESCAVADOS		0							
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas											

TOMO I - VOLUME 36 - RELATÓRIO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM EXISTENTES											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE ITE 000 000 MD 010001 0		RELATÓRIO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM EXISTENTES		0							
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas											

TOMO I - VOLUME 37 - RELATÓRIO DO LEVANTAMENTO DOS RAMAIS DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040010 0		RELATÓRIO DO LEVANTAMENTO DOS RAMAIS DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040010 0	135072	LEVANTAMENTO DOS RAMAIS DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES. CORTES		0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040011 0	135073	LEVANTAMENTO DOS RAMAIS DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES. PLANTA		0							
LVSSA MSA PE AMB 000 000 DW 040012 0	135192	LEVANTAMENTO DOS RAMAIS DO AQUEDUTO DAS ÁGUAS LIVRES.PERFIL LONGITUDINAL		0							

TOMO I - VOLUME 38 - SIMULAÇÕES											
PEÇAS ESCRITAS											
sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE											
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças escritas na presente fase, será objeto de detalhamento complementar do PE											

TOMO I - VOLUME 39 - ESTUDOS DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO NA ZONA DE ALCÁNTARA											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE DTR EST AC MD 085101 0		ESTUDOS DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO NA ZONA DE ALCÁNTARA		0							
PEÇAS DESENHADAS											
sem peças desenhadas.											

TOMO I - VOLUME 40 - PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO											
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE INS TUN 185 MD 087001 0		TÚNEL TROÇO 85	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE

PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024



IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE INS TUN T84 MD 087001 0		TÚNEL TROÇO 84	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T83 MD 087001 0		TÚNEL TROÇO 83	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T82 MD 087001 0		TÚNEL TROÇO 82	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T81 MD 087001 0		TÚNEL TROÇO 81	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE1 MD 088001 0		OBRA ESPECIAL OE1 - TIMPANO TÉRMINO S. SEBASTIÃO.	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE2 MD 088000 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE3 MD 088001 0		OBRA ESPECIAL OE3 - TÚNEL VIA DE RESGUARDO 1	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE4 MD 088001 0		OBRA ESPECIAL OE4 - TÚNEL VIA DE RESGUARDO 2	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE5 MD 088000 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE6 MD 088001 0		OBRA ESPECIAL OE6- TÚNEL ALVITO	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE7 MD 088001 0		OBRA ESPECIAL OE7- TÚNEL TÉRMINO	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS VDT VDA MD 089005 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							
LVSSA MSA PE INS EST CE MD 082000 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							
LVSSA MSA PE INS EST CO MD 083001 0		ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS EST IS MD 084001 0		ESTAÇÃO INFANTE SANTO	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS EST AC MD 085001 0		ESTAÇÃO ALCÂNTARA	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS PVE PV211 MD 086000 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							
LVSSA MSA PE INS PVE PV215 MD 086001 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							
LVSSA MSA PE INS PVE PV217 MD 086000 0		PLANO DE OBSERVAÇÃO	MEMÓRIA DESCRITIVA	0							

PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE INS TUN T85 DW 087001 0	133441	TÚNEL TROÇO 85	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/2)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T85 DW 087002 0	133442	TÚNEL TROÇO 85	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/2)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T84 DW 087001 0	133443	TÚNEL TROÇO 84	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/4)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T84 DW 087002 0	133444	TÚNEL TROÇO 84	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/4)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T84 DW 087003 0	133445	TÚNEL TROÇO 84	PLANO DE OBSERVAÇÃO (3/4)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T84 DW 087004 0	133446	TÚNEL TROÇO 84	PLANO DE OBSERVAÇÃO (4/4)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T83 DW 087001 0	133447	TÚNEL TROÇO 83	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/3)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T83 DW 087002 0	133448	TÚNEL TROÇO 83	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/3)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T83 DW 087003 0	133449	TÚNEL TROÇO 83	PLANO DE OBSERVAÇÃO (3/3)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T82 DW 087001 0	133450	TÚNEL TROÇO 82	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/3)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T82 DW 087002 0	133451	TÚNEL TROÇO 82	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/3)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T82 DW 087003 0	133452	TÚNEL TROÇO 82	PLANO DE OBSERVAÇÃO (3/3)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T81 DW 087001 0	133453	TÚNEL TROÇO 81	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/2)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN T81 DW 087002 0	133454	TÚNEL TROÇO 81	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/2)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE1 DW 088001 0	133455	OBRA ESPECIAL OE1 - TIMPANO TÉRMINO S. SEBASTIÃO.	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE2 DW 088400 0	133456	ESTRUTURAS PROVISÓRIAS	INSTRUMENTAÇÃO - PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL E SEÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE3 DW 088001 0	133457	OBRA ESPECIAL OE3 - TÚNEL VIA DE RESGUARDO 1	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE4 DW 088001 0	133458	OBRA ESPECIAL OE4 - TÚNEL VIA DE RESGUARDO 2	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/2)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE4 DW 088002 0	133459	OBRA ESPECIAL OE4 - TÚNEL VIA DE RESGUARDO 2	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/2)	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE5 DW 088400 0	133460	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	PLANTA	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE6 DW 088001 0	133461	OBRA ESPECIAL OE6- TÚNEL ALVITO	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS TUN OE7 DW 088001 0	133462	OBRA ESPECIAL OE7- TÚNEL TÉRMINO	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS VDT VDA DW 089600 0	133463	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	PLANTA	0							
LVSSA MSA PE INS EST CE DW 082400 0	133464	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	PLANTA	0							
LVSSA MSA PE INS EST CO DW 083001 0	133465	ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS EST IS DW 084001 0	133466	ESTAÇÃO INFANTE SANTO	PLANO DE OBSERVAÇÃO (1/2)	0							
LVSSA MSA PE INS EST IS DW 084002 0	133467	ESTAÇÃO INFANTE SANTO	PLANO DE OBSERVAÇÃO (2/2)	0							
LVSSA MSA PE INS EST AC DW 085001 0	133468	ESTAÇÃO ALCÂNTARA	PLANO DE OBSERVAÇÃO	0							
LVSSA MSA PE INS PVE PV211 DW 086400 0	133469	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	PLANTA E CORTES	0							
LVSSA MSA PE INS PVE PV215 DW 086400 0	133470	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	PLANTA E CORTES	0							
LVSSA MSA PE INS PVE PV217 DW 086400 0	133471	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO	PLANTA E CORTES	0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE



PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE OPD 000 000 MD 019000 0		MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE OPD 000 000 DW 011001 0	133190	PLANTA DE ENQUADRAMENTO GERAL E LOCALIZAÇÃO DAS OCUPAÇÕES PROVISÓRIAS E DEFINITIVAS		0							
LVSSA MSA PE OPD 000 000 DW 011002 0	133191	ESTALEIRO CENTRAL (ESTACIONAMENTO PALÁCIO DA JUSTIÇA)		0							
LVSSA MSA PE OPD VDT VDA DW 019003 0	133192	BALUARTE DO LIVRAMENTO/VIADUTO		0							
LVSSA MSA PE OPD EST CE DW 012003 0	133193	ESTAÇÃO CAMPOLIDE/AMOREIRAS		0							
LVSSA MSA PE OPD EST CO DW 013003 0	133194	ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE		0							
LVSSA MSA PE OPD EST IS DW 014003 0	133195	ESTAÇÃO INFANTE SANTO		0							
LVSSA MSA PE OPD EST AC DW 015003 0	133196	OCUPAÇÕES PROVISÓRIAS E DEFINITIVAS		0							
LVSSA MSA PE OPD PVE PV211 DW 016003 0	133197	PV211		0							
LVSSA MSA PE OPD PVE PV215 DW 016003 0	133198	PV215		0							

TOMO I - VOLUME 42 - PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA

1. Levantamento topográfico

PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE TOP 000 000 MD 000001 0		PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000001 0	133472	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000002 0	134969	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000003 0	133473	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000004 0	133474	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000005 0	133475	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000006 0	134970	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000007 0	134971	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000008 0	135271	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000009 0	135272	TOPOGRAFIA		0							
LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000010 0	133476	TOPOGRAFIA		0							

2.Arquitetura

PEÇAS ESCRITAS											
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 MD 060001 0		PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
PEÇAS DESENHADAS											
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060001 0	134972	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060002 0	135211	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060003 0	135212	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060004 0	135213	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060005 0	135214	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060006 0	135215	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060007 0	135216	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060008 0	135217	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060009 0	135218	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060010 0	135219	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060011 0	135220	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060012 0	135221	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060013 0	135222	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060014 0	135223	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060015 0	135224	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060016 0	135225	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060017 0	135226	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060018 0	135227	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA		0							

LISTA (PREL.) DE PEÇAS DO PE A INTEGRAR O RECAPE

PROJETO DE EXECUÇÃO (PE)
13/10/2024



IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO											
CÓDIGO DOCUMENTO	CÓDIGO ML	DESIGNAÇÃO		VERSÃO ATUAL		REGISTO DE VERSÕES					
		Título	Subtítulo	REV.	DATA	0	A	B	C	D	E
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060019 0	135228	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO 0 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060020 0	135229	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO INTERMÉDIO (1:100)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060021 0	135230	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO 1 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060022 0	135231	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO COBERTURA (1:100)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060023 0	135232	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - CORTE TV01, TV02, TV03 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060024 0	135233	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - ALÇADO A01, A02 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060025 0	135234	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - AXONOMETRIA 01 (sem escala)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060026 0	135235	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - AXONOMETRIA 02 (sem escala)	0							
LVSSA MSA PE ARQ 000 000 DW 060027 0	135236	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PERSPETIVA 01, 02 (sem escala)	0							

3. Estruturas

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE STR 000 000 MD 080001 0		PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	MEMÓRIA DESCRITIVA. ESTRUTURAS, CONTENÇÃO DE FACHADAS E DESMONTES	0							
--------------------------------------	--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000008 0	134973	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO INTERMÉDIO (1:100)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000009 0	135273	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO 1 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000010 0	135274	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PLANTA PISO COBERTURA (1:100)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000011 0	135275	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - CORTE TV01, TV02, TV03 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000012 0	135276	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - ALÇADO A01, A02 (1:100)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000013 0	135277	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - AXONOMETRIA 01 (sem escala)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000014 0	135278	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - AXONOMETRIA 02 (sem escala)	0							
LVSSA MSA PE STR 000 000 DW 000015 0	135279	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	AMARELOS E ENCARNADOS - PERSPETIVA 01, 02 (sem escala)	0							

4. Arquitetura Paisagista

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE APG 000 000 MD 070001 0		PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	MEMÓRIA DESCRITIVA. ARQUITECTURA PAISAGISTA	0							
--------------------------------------	--	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

LVSSA MSA PE TOP 000 000 DW 000008 0	134974	PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	ARQUITECTURA PAISAGISTA	0							
--------------------------------------	--------	---	-------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

5. Arqueologia

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040011 0		PROJETO DE REABILITAÇÃO PARCIAL DO EDIFÍCIO HISTÓRICO FIÚZA	MEMÓRIA DESCRITIVA. ARQUEOLOGIA	0							
--------------------------------------	--	---	---------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

sem peças desenhadas.											
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6. Síntese

PEÇAS ESCRITAS

LVSSA MSA PE AMB 000 000 MD 040012 0		Síntese	MEMÓRIA DESCRITIVA. ARQUEOLOGIA	0							
--------------------------------------	--	---------	---------------------------------	---	--	--	--	--	--	--	--

PEÇAS DESENHADAS

sem peças desenhadas.											
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Metropolitano de Lisboa

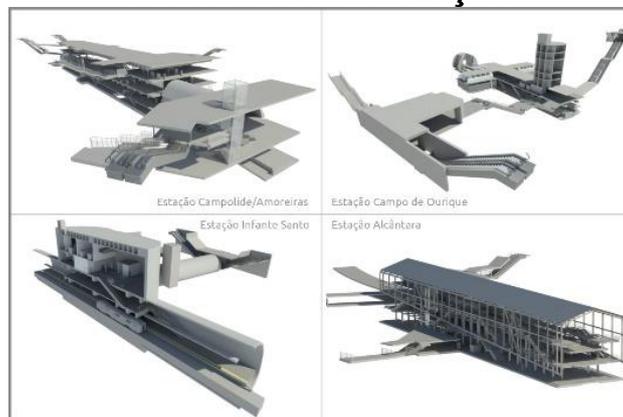


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I – GERAL

VOLUME 6 – ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, HIDROGEOLÓGICO E AMBIENTAL)

Documento SAP:	LVSSA MSA PE GEO 000 000 MD 020002 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Jorge Cruz Jorge Bento		2024-10-03
Revisto	Jorge Bento		2024-10-03
Verificado	Sandra Ferreira		2024-10-03
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-03
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-03

	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	Raúl Pistone		2024-10-03

Índice

1	INTRODUÇÃO.....	4
2	CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO GERAL.....	6
2.1	Aspetos geológicos e geomorfológicos.....	6
2.2	Aspetos hidrogeológicos.....	12
3	QUANTIDADE, TIPO E LOCALIZAÇÃO DOS TRABALHOS PREVISTOS.....	15
3.1	Considerações Prévias.....	15
3.2	Sondagens Mecânicas de Furação.....	15
3.3	Carotagem de Muros.....	17
3.4	Poços de Prospeção.....	17
3.5	Ensaios “in situ”.....	17
3.5.1	Ensaios de Penetração Dinâmica do tipo SPT.....	17
3.5.2	Ensaios de corte rotativo com Molinete (“Vane Test”).....	17
3.5.3	Ensaios com pressiómetro do tipo Ménard.....	18
3.6	Ensaios SCPTu.....	18
3.7	Ensaios sísmicos.....	18
3.8	Amostragem.....	19
3.9	Trabalhos da campanha hidrogeológica.....	19
3.9.1	Introdução.....	19
3.9.2	Ensaios de absorção de água.....	20
3.9.3	Piezómetros.....	21
3.9.4	Ensaios de Bombagem.....	22
3.10	Ensaios de Maré.....	22
3.11	Ensaios de Laboratório.....	22
3.11.1	Geral.....	22
3.11.2	Ensaios sobre amostras remexidas de solos.....	22
3.11.3	Ensaios sobre amostras de solos indeformadas.....	23
3.11.4	Ensaios triaxiais.....	23
3.11.5	Ensaios sobre amostras de rochas/solos rijos.....	24
3.11.6	Ensaios sobre amostras de água.....	25
3.12	Trabalhos Previstos (quantidades e localização).....	25
4	PROSPEÇÃO GEO-AMBIENTAL.....	26
4.1	PROSPEÇÃO GEO-AMBIENTAL PRELIMINAR.....	26

4.2	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE SOLOS CONTAMINADOS.....	31
4.2.1	Necessidade e objetivos da avaliação do risco de ocorrência de solos e águas contaminados.....	31
5	PLANO DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (SOLOS E ÁGUAS CONTAMINADOS).....	34
5.1	SOLOS E ÁGUAS CONTAMINADOS.....	34
5.1.1	Estratégia de investigação.....	34
5.1.2	Sondagens e amostragem de solos.....	36
5.1.3	Piezómetros e Amostragem de água.....	38
5.1.4	Controlo de qualidade.....	40
5.1.5	Métodos laboratoriais.....	40
5.1.6	Plano analítico (ensaios químicos).....	40
5.1.7	Plano analítico (ensaios físicos).....	44

1 INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva de fundamentação dos trabalhos a realizar no âmbito do Programa de Prospeção Geológico-Geotécnica Complementar, enquadra e descreve os estudos complementares de campo e laboratório a realizar, para apoio aos Estudos Geológico-Geotécnicos, Hidrogeológicos e Ambientais da fase de Projeto de Execução do Prolongamento da Linha Vermelha até Alcântara.

O Programa de Prospeção Complementar surge da necessidade de desenvolvimento das soluções técnicas presentemente em estudo, das quais se destacam as Estações de Campolide / Amoreiras, Campo de Ourique, Infante Santo e Alcântara, as obras especiais, nomeadamente o Baluarte e atravessamento do Vale de Alcântara, ou ainda a passagem sob o Túnel do Marquês e ainda os poços de ventilação.

O presente programa, para além de integrar os trabalhos propostos no anexo W do LNEC, incluído nas peças de concurso, essencialmente com as sondagens da série SHL (localizadas na zona do Baluarte, Vale Estação de Alcântara), ultrapassa largamente as quantidades aí propostas, com as sondagens da série SG distribuídas ao longo de todo o traçado. A série SHL que pretende essencialmente informar o Estudo hidrogeológico dará também informação geológico-geotécnica. Em sentido inverso, também as sondagens SG do Estudo geológico-geotécnico, (em particular aquelas em que se realizem ensaios de absorção ou ainda as providas de piezómetros e assinaladas com a sigla -HL) contribuirão para informar o Estudo hidrogeológico.

Integra ainda este programa uma campanha geoambiental que incide sobretudo nos aterros das zonas de escavações a céu aberto e na zona aluvionar de Alcântara, com as sondagens da série designada por SA.

As principais fontes de informação para este Estudo foram:

- Estudo Geológico do Estudo Preliminar (LVSSA ML PP GEO 000 000 MD 020001 0), 2022
- Carta Geológica do concelho de Lisboa à escala 1:10.000, folha 3 (Direção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal, 1985)
- Cartografia e notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (Folha 34-D Lisboa, INETI, 2006)
- Relatório factual da campanha de prospeção geológico-geotécnica (Geocontrolo, Março 2022), adiante referido por RGG
- Estudo Geológico-Geotécnico do prolongamento da linha Amarela entre o Rato e o Cais do Sodré (ML, 2020)
- Estudo geológico-geotécnico, hidrogeológico e geoambiental do Lote 2 - Santos-Cais do Sodré, (COBA/JETSJ, 2022)
- Estudo Geológico e Geológico e Geotécnico da Ligação desnivelada entre a Linha de Cintura, a Linha de Cascais e o terminal de contentores de Alcântara (Coba, Ferbritas, Tis.pt, INTERGAUP, 2009)
- Campanha de Prospeção do Prolongamento da Linha Vermelha, Estação de S. Sebastião/Futura estação de Campolide (ML, 2006)
- Publicações técnicas e científicas da especialidade.

Importa referir que o modelo geológico apresentado integrante do presente Programa, nomeadamente do perfil da peça desenhada e das figuras da memória, se encontra no essencial baseado no modelo proposto pelo Metropolitano de Lisboa e já adotado na fase de Concurso.

Na definição do Programa, foi tido em consideração o tipo de maciço ocorrente, aflorante e subaflorante, a localização e os resultados da prospeção já realizada, as características da obra a executar e ainda a caracterização dos parâmetros geotécnicos essenciais ao dimensionamento e verificações de segurança.

Os trabalhos de prospeção geotécnica propostos visam fundamentalmente traçar um cenário ao nível dos seguintes objetivos:

- Definição da litologia e espessura das formações geológicas interessadas;
- Definição das características geológico-geotécnicas dos terrenos;
- Recolha de amostras para classificação e caracterização geotécnica em laboratório;
- Avaliação das características resistentes e de deformabilidade dos terrenos interessados, elemento fundamental na avaliação de segurança das estruturas em meio urbano;
- Avaliação das características de piezometria e eventual artesianismo dos diferentes níveis de terreno atravessados;
- Análise da estabilidade das escavações mineiras, bem como apoiar a definição dos suportes primários e definitivos a adotar;
- Análise da estabilidade das escavações a céu aberto;
- Avaliação das características resistentes e ao nível dos terrenos de fundação das estruturas de contenção;
- Avaliação da estabilidade das estruturas de contenção provisórias e definitivas preconizadas;
- Contribuição para a definição das metodologias construtivas;
- Avaliação da escavabilidade e condições de desmonte nos trechos em que se prevê escavação em maciço de carácter rochoso.

O presente plano de prospeção contempla a execução de uma campanha de prospeção e ensaios visando a caracterização geológica e geotécnica das obras mencionadas e inclui a realização de sondagens mecânicas de furação com execução de ensaios SPT, ensaios pressiométricos, ensaios Vane Test, ensaios de permeabilidade (Lefranc e/ou Lugeon) e ainda uma série de ensaios laboratoriais a realizar sobre amostras de solos, de rocha e sobre colheitas de água.

Além da campanha de prospeção geotécnica propriamente dita, correrá em paralelo a campanha de reconhecimento complementar de avaliação do Risco de Ocorrência de Solos Contaminados (sondagens da série SA) e Impacte Hidrogeológico (sondagens da série SHL). Assinala-se a leitura e informação que o próprio Estudo Geológico-Geotécnico irá obter dos elementos resultantes desta campanha, por um lado e por outro pela interação entre ambas, pois prevê-se, por exemplo, a possibilidade de dar continuidade em profundidade às sondagens geoambientais, mas enquanto sondagens geotécnicas ou ainda o facto de parte das próprias sondagens da campanha geotécnicas serem providas de piezômetros, que naturalmente irão alimentar os dados a considerar no Estudo Hidrogeológico.

Deste programa fazem parte os desenhos no LVSSA CBJ EP GEO LIN 000 DW 021013 0 a 18 0, à escala 1:1 000, com localização em planta dos trabalhos de prospeção propostos, sendo os mesmos trabalhos apresentados em perfil, nos desenhos do Estudo geológico-geotécnico, nos perfis longitudinais interpretativos, facilitando a visualização das unidades previstas interessar pelos trabalhos a realizar em profundidade.

Pelo facto de os trabalhos serem realizados numa zona fortemente urbanizada salienta-se a necessidade de efetuar um reconhecimento prévio em todos os trabalhos de campo localizados nas proximidades de serviços/infraestruturas enterradas, de forma a evitar a sua afetação e/ou danificação.

O presente Plano de Prospeção Geológico-Geotécnica Complementar assume necessariamente um caráter evolutivo na sua implementação. Ou seja, serão priorizados estudos que sejam considerados fundamentais para o projeto de determinadas obras e uma vez analisados os resultados, deverá ser revista a pertinência de continuar a execução dos estudos como inicialmente previsto, ou proceder à sua adaptação segundo as características dos terrenos estudados.

2 CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO GERAL

2.1 Aspetos geológicos e geomorfológicos

A cidade de Lisboa faz parte da Orla Mesocenozóica Ocidental e é caracterizada pela alternância de rochas de diferentes litologias e idades geológicas. Toda a região é afetada por uma tectónica que lhe confere um relevo vigoroso e uma ampla litoestratigrafia, 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).

Os terrenos mais antigos, cujos afloramentos se encontram na encosta do vale de Alcântara, são predominantemente constituídos por calcários, calcários margosos e margas com níveis fossilíferos, e são o resultado da grande transgressão marinha do Cretácico Superior (97-91 Ma). Estas formações geológicas estão cobertas por formações mais recentes do Cretácico final de natureza vulcânica (escoadas basálticas e piroclastos do 'Complexo Vulcânico de Lisboa'), e por uma alternância de depósitos essencialmente detriticos (conglomerados, areias e argilas) de origem continental reunidos no designado 'Complexo de Benfica' (Paleogénico) e por níveis de areias, areolas, argilas e calcários, em proporções variáveis, ricas em fósseis animais e vegetais (Neogénico). Os terrenos mais recentes são do Pliocénico e Quaternário e correspondem a sedimentos ainda pouco consolidados, essencialmente de natureza arenosa ou conglomerática, fluviais e continentais acumulados no rio Tejo e nas diversas linhas de água (ribeiras) que atravessam a cidade. Parte da zona ribeirinha da cidade de Lisboa foi conquistada ao rio e assenta sobre materiais de aterro que contribuíram para mudar a fisionomia natural do terreno.

Em termos geomorfológicos distinguem-se duas unidades:

Uma unidade corresponde a rochas do Complexo Carbonatado do Cenomaniano (calcários) e do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) – a sub-unidade dos calcários apresenta uma rede de drenagem dendrítica, radial a partir do núcleo de Monsanto, mais encaixada nesta litologia, condicionada pela fraturação; a sub-unidade dos basaltos inclui relevos relativamente suaves, com rede de drenagem mal definida e ocasionalmente imposta pelos calcários adjacentes, o relevo suave é interrompido por algumas quebras de declive decorrentes da erosão diferencial de piroclastos, intercalados com escoadas lávicas.

Outra unidade corresponde a planaltos com relevos suaves, com extensas áreas de topos aplanados, compreendendo a Formação de Benfica e a Série Miocénica. A erosão diferencial das várias litologias definiu o conjunto de relevos atual, com forte controlo litológico e estrutural, tradicionalmente referidos como as sete colinas de Lisboa.

Na Figura 1 apresenta-se a implantação do traçado sobre um extrato da Carta Geológica do Concelho de Lisboa.

Neste contexto podem considerar-se as seguintes unidades litoestratigráficas:

Depósitos Superficiais

- **Recente (Holocénico)**
- **Depósitos de aterro**

Apesar de não se encontrarem assinalados na carta geológica 1/10.000, os depósitos de aterro representam uma unidade geológica de cobertura geral da área em estudo, ocorrendo em toda a extensão do traçado.

Tratam-se de depósitos constituídos por materiais muito heterogéneos, predominantemente argilosos, arenosos ou argilo-arenosos, que podem conter blocos de grandes dimensões e, frequentemente, vestígios de atividade humana (pedaços de vidro ou cerâmica, materiais carbonizados).

- **Depósitos aluvionares**

Os depósitos aluvionares ocorrem na dependência da antiga ribeira de Alcântara, atualmente coletada no Caneiro de Alcântara, cerca do km 3+400. Corresponde a um enchimento aluvionar associados ao rio Tejo e a todas as linhas de água que a ele afluem. Tratam-se de depósitos de origem fluvial e caracterizam-se por uma grande irregularidade e complexidade na estratificação, verificando-se frequentemente alternância de fácies de forma lenticulares. São constituídos essencialmente por areias, argilas por vezes arenosas ou lodosas e lodos arenosos a argilosos.

Formações do Substrato

- **Miocénico – Argilas e calcários dos Prazeres**

A Série Miocénica onde se insere a presente formação geológica das Argilas e calcários dos Prazeres (M^1_1) (M_{Pr} na carta 34-D), compreende intercalações de formações detríticas e carbonatadas, dispostas em monoclinas, inclinadas em geral suavemente para E-SE. Trata-se de uma unidade geológica constituída, essencialmente por argilitos, argilitos siltosos e margosos, margas e calcários.

- **Paleogénico – Formação de Benfica**

A Formação de Benfica (Zbyzewski, 1963), é constituída por depósitos continentais, ultrapassando 400 m de espessura. (Choffat, 1950) reconheceu 5 conjuntos que designou por assentadas (de baixo para cima):

Margas e argilas avermelhadas ou alaranjadas;

Conglomerados com blocos calcários;

Margas avermelhadas;

Calcários de Alfovelos cobertos por conglomerados;

Margas avermelhadas com pequenos calhaus rolados e alguns calcários.

A Formação de Benfica (f) (F_{Bf} na carta 34-D), assenta de forma discordante sobre materiais do Complexo Vulcânico de Lisboa ou sobre calcários cretácicos.

- **Neocretácio – Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL)**

O Complexo Vulcânico de Lisboa é constituído por uma sucessão de derrames lávicos, de natureza basáltica (), a que se associam episódios efusivos, separados uns dos outros por níveis n_1 de materiais piroclásticos (brechas, aglomerados, tufos, cineritos e cinzas) formados na sequência da atividade explosiva dos episódios magmáticos.

As formações de natureza basáltica () são caracterizadas essencialmente por basaltos olivínicos compactos, basaltos brechóides, basaltos vacuolares, por vezes muito fraturados.

As formações piroclásticas (b*) (1_p na carta 34-D) encontram-se representadas por tufos argilosos e compactos, por tufos brechóides compactos.

- **Cretácico – Complexo margo-calcário**

- **Formação da Bica (Cretácico superior)**

A formação subjacente ao Complexo Vulcânico de Lisboa é constituída por um complexo sedimentar de génese continental atribuído ao Cretácico superior. Trata-se de um complexo de fácies calco-margosa fundamental, alternando o domínio do carácter calcário com o margoso em estratos com espessuras variáveis, desde finas a medianas. (C³_C Calcários cristalizados com rudistas e calcários apinhados com *Neolobites vibrayenus*) (C²_{Bi} Formação da Bica na carta 34-D).

O aspeto geral desta formação é compacto com passagens de zonas de dissolução (carsificação) e por vezes com cristalização de calcite. Observam-se também a existência de nódulos de sílex no seio dos calcários cristalinos desta formação geológica.

A formação da Bica contacta inferiormente com a Formação de Caneças, enquanto o seu limite superior se materializa através de uma superfície de paleocarsificação com os tufos do Complexo Vulcânico de Lisboa.

- **Formação de Caneças (Cretácico inferior)**

Trata-se de uma unidade sedimentar, estratificada, constituída por alternâncias de calcários, margas, arenitos e dolomitos. Em função da natureza mais ou menos carbonatada das formações, que poderá variar lateralmente, podem ocorrer variações na espessura das formações e transições laterais de formações, nomeadamente de calcário margoso a margas calcárias a margas argilosas por diminuição do teor em carbonato. (C²_C Calcários margosos e margas)(C²_{Cn} Formação de Caneças na carta 34-D).

As camadas têm atitude concordante com as camadas calcárias da Formação da Bica (Cretácico superior) que se lhe sobrepõem estratigraficamente

O corredor em estudo abrange as freguesias de Avenidas Novas, Campolide, Campo de Ourique, Estrela, Alcântara e Ajuda. No trecho final interceta a ribeira de Alcântara, afluente do rio Tejo, que se encontra canalizada – Caneiro de Alcântara – e com o leito aterrado, instalada nos calcários cenomanianos, a jusante de Campolide, apresentando margens abruptas e talvegue muito encaixado. Apesar de o alinhamento do vale não coincidir com o da fraturação regional, corresponde neste local a zona intensamente fraturada, localizada na convergência das estruturas principais (anticlinal de Monsanto e anticlinal da Ajuda).

Do ponto de vista geomorfológico, o traçado insere-se numa região de planalto, até cerca do km 2+200, com cotas à superfície baixando gradualmente de 116m, em Campolide, para 90m, em Campo de Ourique. Desce depois a encosta da Lapa e das Necessidades, o vale da Cova da Moura, atualmente a avenida Infante Santo, e termina depois de atravessar o vale de Alcântara (cota mínima do terreno 5m). O relevo apresenta, portanto, um desnível acentuado que condiciona o traçado em perfil.

O traçado subterrâneo começa por acompanhar, a cotas elevadas, o planalto de Campolide, até à estação Amoreiras, sendo o recobrimento do túnel da ordem de 15 a 25m. Na zona mais elevada, aproximadamente (ao km 0+100), a linha apresenta cotas máximas próximas dos 86m, descendo em seguida até ao vale de Alcântara, com trainéis com inclinação próxima de 4%, com o túnel a desenvolver-se a profundidades da ordem de 20 a 40m. As cotas da rasante atingem valores mais baixos na aproximação do vale de Alcântara, cerca de 11m, com cota mínima de 9m no final do traçado).



Figura 1 – Sobreposição de extrato da Carta Geológica do concelho de Lisboa à escala 1: 10.000, com indicação do traçado (sem escala), e legenda aplicável, sobre base de fotografia de satélite (Google Earth)

Apresenta-se na Figura 2 , a planta com a cartografia geológica do traçado e, na Figura 3 , o perfil geológico-geotécnico do conjunto da obra

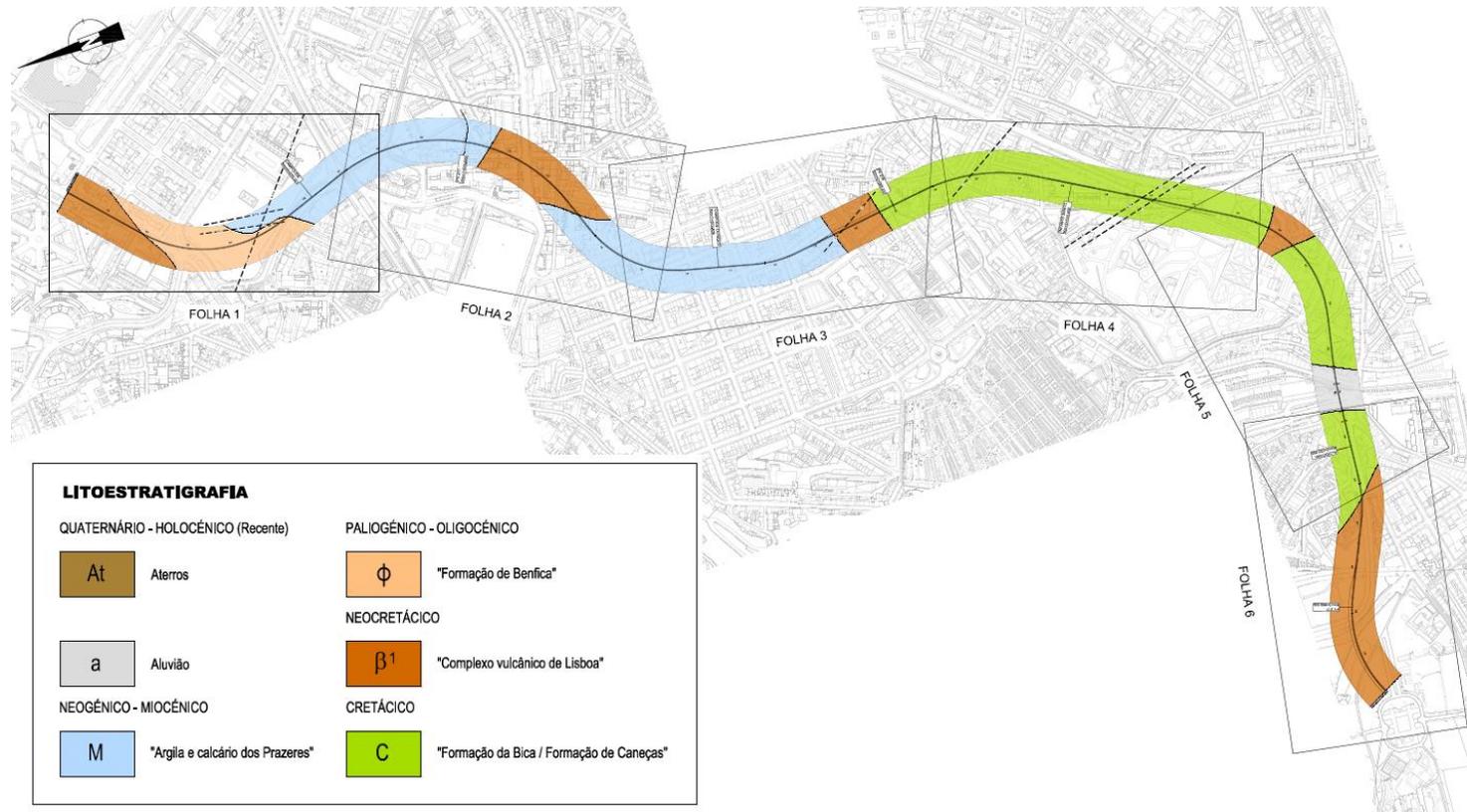


Figura 2 – Planta com traçado e cartografia geológica
 (Excerto do desenho LVSSA MSA AP GEO LIN 000 DW 021000 0)

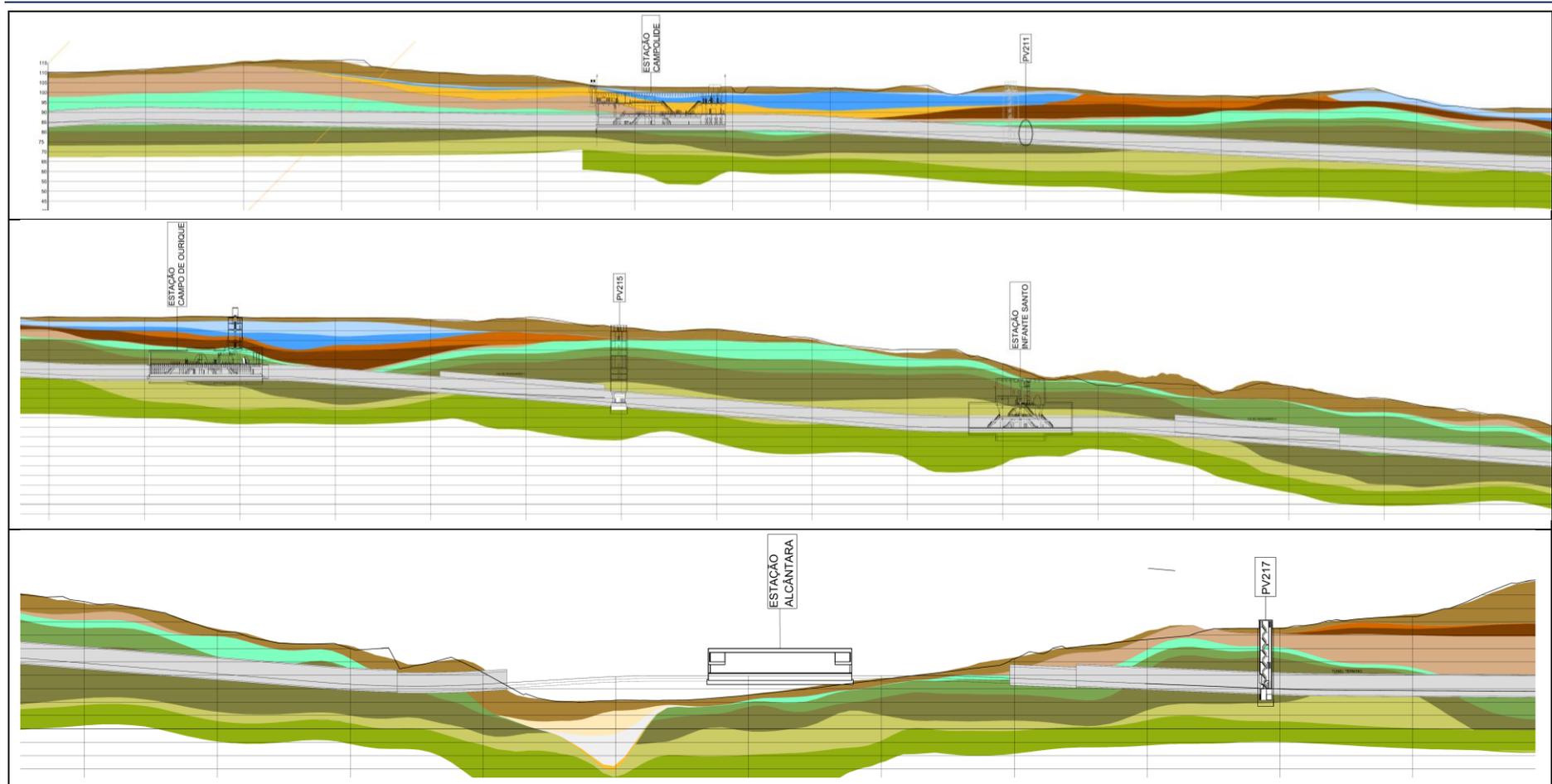


Figura 3 – Perfil longitudinal – Geologia / Geotecnia

2.2 Aspetos hidrogeológicos

A zona de Lisboa onde ocorre esta obra encontra-se fortemente intervencionada pelo Homem, nomeadamente no que diz respeito à impermeabilização dos solos e às drenagens de algumas estruturas enterradas (caves, parques de estacionamento) o que promove uma grande alteração relativamente aos recursos hídricos subterrâneos, dadas as alterações significativas nos escoamentos originais.

Na área em estudo, é possível identificar os seguintes tipos de formações hidrogeológicas:

- 1) Aquíferos nas formações terrosas superficiais de natureza granular
- 2) Aquitardos nas formações terrosas de natureza argilosa e em formações rochosas do Complexo Vulcânico de Lisboa e dos calcários cenomanianos.

Por seu lado, sob o ponto de vista textural as formações geológicas existentes na zona de estudo configuram os seguintes cenários:

- 1) Permeabilidade tipo poro ocorrente nas formações terrosas e no maciço miocénico (argilas e margas), cuja permeabilidade resulta da porosidade intergranular.
- 2) Permeabilidade do tipo fissural ocorrente nas formações do Complexo Vulcânico de Lisboa e do Cretácico, cuja permeabilidade resulta do movimento da água através de fissuras;
- 3) Permeabilidade fissural a cársica nas Formações da Bica e de Caneças (Cretácico Superior)

No contexto hidráulico e estrutural ocorrente o grau de confinamento destas formações é variável, ocorrendo sobretudo sistemas aquíferos livres e semi-confinados. No quadro seguinte resumem-se as classes de permeabilidade das formações interessadas pela obra.

Quadro 1 – Classes de permeabilidade das diferentes formações interessadas

Formação	Classe de Permeabilidade
Aluviões (materiais lodosos ou arenosos, com cascalheiras)	Alta
Argilas dos Prazeres: alternância de argilas, margas, arenitos e calcários	Baixa a média
Formação de Benfica: conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos, calcários e margas	Variada (baixa)
Complexo Vulcânico de Lisboa	Baixa a média
Complexo carbonatado	Média a elevada

A permeabilidade é controlada essencialmente pela litologia. As formações aluvionares, juntamente com as formações calcárias, apresentam tipicamente permeabilidade alta. São também os terrenos mais propícios à infiltração. As restantes litologias apresentam valores de permeabilidade que as permitem classificar de baixa a média. Verifica-se contudo, nos ensaios Lugeon realizados no Complexo Carbonatado, troços sem absorção ou com permeabilidade baixa, o que pode ser justificado pela existência de preenchimentos argilosos e/ou descontinuidades muito fechadas, conforme as zonas, apesar do elevado grau de fracturação que apresentam.

No Quadro 2 indica-se o posicionamento de níveis de água disponíveis, nomeadamente em piezómetros instalados nas sondagens realizadas pelo ML em 2003, que correspondem à parte inicial do traçado.

Conforme se pode observar no quadro referido, foi identificada a presença de água em todos os piezómetros, exceto na S32. Nos furos das sondagens S20, S22, S24 e S31 o nível freático surge a menos

de 10m da superfície, enquanto nas restantes aparece globalmente entre os 20 e os 30m de profundidade, portanto com nível de ocorrência muito variável de local para local.

Quadro 2 – Posicionamento do nível de água estabilizado nas sondagens realizadas em 2003 em zona correspondente à parte inicial do traçado (até pk 0+500)

Sondagem	Comp. (m)	Prof. NA (m)	Cota NA
S20	40	8,0	102,2
S21	40,1	28,6	82,4
S22	40,2	7,9	105,0
S23	40,15	26,2	88,5
S24	40	8,0	108,0
S25	40,25	20,1	96,4
S26	40,4	27,9	89,1
S27	40,3	16,4	99,4
S28	40	29,3	86,4
S29	40	22,4	90,5
S30	40	21,0	95,8
S31	40,3	8,9	107,6
S32	35	seco	--

Por sua vez, no Quadro 3 indica-se o posicionamento do nível de água estabilizado nos piezómetros instalados mais recentemente, em que os níveis de água foram registados no fim da furação e durante um período de um a vários meses. Inicialmente, por estarem afetados pela água utilizada na furação, os níveis de água encontravam-se mais elevados em praticamente todas as sondagens, verificando-se um abaixamento mais pronunciado no maciço calcário, onde o nível freático parece situar-se abaixo da cota 10m.

Quadro 3 – Posicionamento do nível de água

Sondagem	Comp. (m)	Prof. NA no fim da furação (m)	Prof. NA 10.02.2022 (m)	Litologia
SC2	35,5	21,6	seco	
SC3	41,2	40,5	31,5	C
SC5	34,0	Seco	8,5	M/
SC6	36,2	18,0	8,7	M
SC7	35,5	35,3	30,0	C
SC8	40,0	seco	seco	
SC10	42,2	13,4		C
SC14	48,0	16,5	seco	
SC18	45,0	44,4		C
SC15	48,0	seco	seco	
SC17	50,0	46,8		
SC20	52,0	37,0		C
SC21A	28,0	45,4		C
SC28	35,0	20,0		C
SC23	28,0	26,3	26,1	C
SC26.1	40,0	5,1	5,3	a
SC27	40,1	4,25	3,0	At
SC29	25,0	11,2	10,3	C
SC30	25,2	9,0	6,7	C
SC31	35,0	9,7	9,4	C
SC32	20,0	6,8	12,3	C
SC33	30,4	24,6	24,0	C
SC35	35,0	30,5	seco	C
SC36	38,0	34,0		C
SC37	51,0			

No contexto regional, a informação relevante acerca dos riscos de inundação na cidade de Lisboa encontra-se vertida no Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDM), nomeadamente na carta de riscos naturais e antrópicos (Riscos I, inundações) cujo extrato com a zona da obra se apresenta na Figura 4. Conforme se pode verificar na referida figura, o traçado da obra enquadra-se em zonas de vulnerabilidade à inundação incipientes, moderadas (no encaixe das principais ribeiras) e muito elevada na aterrada ribeira (caneiro) de Alcântara, que aflui ao Tejo na zona a cruzar pela obra. Esta última zona encontra-se potencialmente sujeita ao efeito de maré direta.

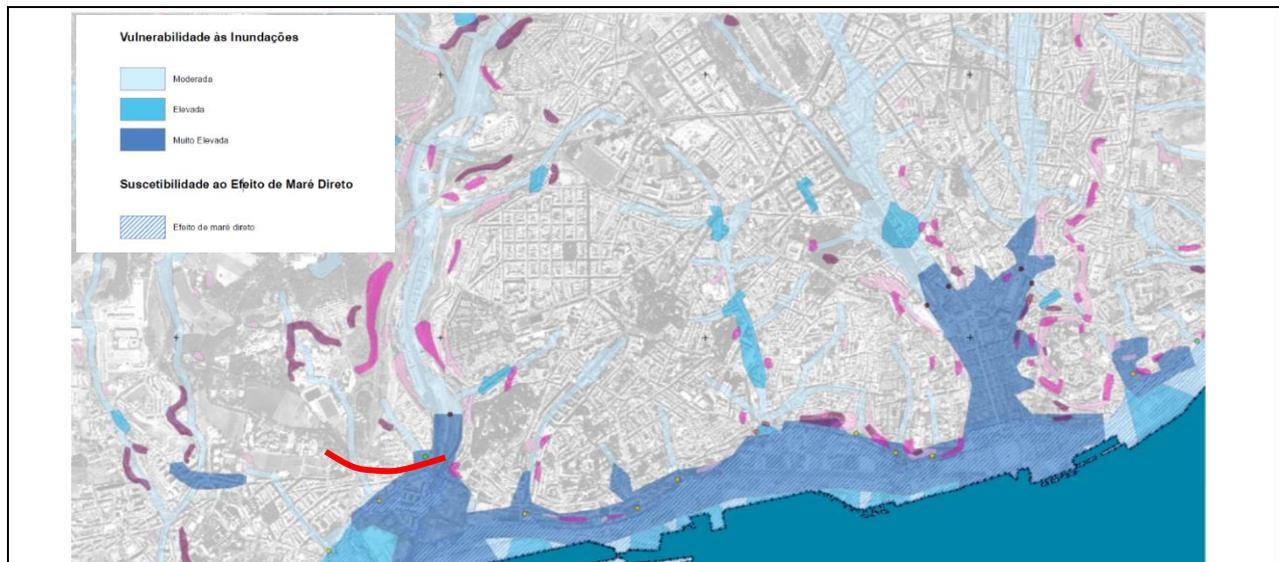


Figura 4 – Extrato da Planta de Riscos de Inundações do Plano Diretor Municipal de Lisboa, com identificação zona crítica do traçado em análise

3 QUANTIDADE, TIPO E LOCALIZAÇÃO DOS TRABALHOS PREVISTOS

3.1 Considerações Prévias

No Quadro 4 resumem-se as quantidades de trabalhos previstos, as quais se consideram à partida como suficientes para elaborar uma adequada caracterização dos terrenos e o cumprimento dos objetivos necessários ao Projeto de Execução.

3.2 Sondagens Mecânicas de Furação

Está prevista a realização de um conjunto de 104 sondagens de furação, das séries SG, SHL e Poços de bombagem, cujo principal objetivo consiste na definição das características mecânicas e hidrogeológicas dos terrenos interessados pela obra. Prevê-se ainda um conjunto de 25 sondagens geoambientais, tratadas em capítulo específico.

Apesar do fácil reconhecimento das zonas a prospectar, a localização dos pontos a prospectar por vezes não o será, uma vez que no local de implantação das sondagens existem frequentemente serviços enterrados. Assim, em todos os trabalhos que envolvam perfuração/penetração, deverá proceder-se à deteção de serviços/infraestruturas enterradas, por forma a evitar a sua afetação e/ou danificação.

Para além desta situação, algumas destas zonas a prospectar enquadram-se em passeios e vias, que poderá implicar pontualmente a afetação temporária de uma das vias de circulação durante a realização das sondagens.

Como mencionado, importa reforçar em particular para o caso das sondagens, o caráter evolutivo subjacente à implementação do presente Programa, em que poderão vir a ser consideradas alterações ao programado em função dos resultados que se venham a obter.

Quanto ao tipo de furação, as sondagens serão executadas à rotação quer em solo quer em rocha. Na furação em solo adotar-se-á o melhor processo de trabalho por forma a obter a maior percentagem de recuperação possível em tarolo, em particular, quando se intercepta materiais de natureza argilosa. De igual forma, no sentido de minimizar a degradação dos materiais mais argilosos, deverá recorrer-se ao mínimo de fluido de circulação possível.

No decurso da furação e sempre que os materiais o permitam, serão realizados ensaios de penetração dinâmica normalizados, SPT.

Utilizou-se como critério base de definição da profundidade das sondagens, que estas se prolongassem 10 m abaixo da soleira das estruturas a construir, sendo que localmente também se consideram critérios de natureza geológica. Como regra geral considera-se para a definição da profundidade a atingir pelas sondagens que estas terminem quando se verifiquem, cumulativamente, as seguintes condições:

- profundidade mínima abaixo do terreno natural estabelecida no Quadro 4;
- deverá garantir-se uma furação mínima de 5 m no substrato ou 4 negas consecutivas no ensaio SPT (NSPT > 60).

O substrato ocorrente abaixo de aterros e/ou das formações aluvionares pode ser materializado quer por formações rochosas quer por materiais correspondentes a solos rijos e/ou rochas brandas.

De qualquer forma, estas condições de execução poderão ser ajustadas de acordo com o cenário geológico-geotécnico observado "*in situ*" no decorrer da campanha de prospeção.

Para cada sondagem será apresentado um gráfico onde se registará nomeadamente:

- a designação e localização da sondagem a que pertence;
- as cotas e coordenadas da boca do furo (M, P e Z);
- as datas do início e final de sondagem;
- o tipo de furação em profundidade e respetivos diâmetros utilizados;
- o tipo de equipamento utilizado e a tubagem eventualmente utilizada;
- a natureza dos terrenos atravessados;
- a profundidade de eventuais níveis de água subterrânea no final de cada dia de trabalho e em particular do nível estático sempre que exista, observado depois de uma paragem mais prolongada da furação;
- o número de pancadas nas duas fases dos ensaios SPT;
- observações do sondador durante a execução das sondagens, incluindo o comprimento de cada manobra;
- tipo e profundidade das amostras colhidas e dos ensaios realizados e resultados obtidos;
- e nos troços em que será contínua a recolha de amostra, indicar-se-á ainda:
- o estado de alteração do maciço;
- o grau de fracturação do maciço;
- a percentagem de recuperação e a compartimentação segundo o critério do RQD;
- todas as observações consideradas úteis para uma boa interpretação das sondagens.

As amostras recolhidas no amostrador de Terzaghi (associado aos ensaios SPT) deverão ser colocadas em embalagens adequadas, de forma a preservar, o melhor possível, as características "*in situ*". Nestas embalagens constará o nome da obra, a designação da sondagem, a profundidade de recolha e o valor de NSPT registado nas duas fases do ensaio.

Os tarolos recolhidos durante a furação à rotação serão acondicionados em caixas de madeira apropriadas e referenciadas com o nome da obra, a designação da sondagem e com as profundidades do troço a que se

refere. Durante a campanha de sondagens serão entregues, assim que disponíveis, gráficos com a classificação geológico-geotécnica das sondagens, mesmo que provisórios.

No final da campanha de sondagens serão disponibilizados:

- suporte digital dos boletins das sondagens;
- cópia das partes diárias;
- registo fotográfico de cada sondagem.

3.3 Carotagem de Muros

Com vista à identificação da profundidade, tipo e espessura da fundação de estruturas antigas, serão executados um conjunto de carotes à rotação. As carotes serão realizadas de acordo com a orientação, inclinação e profundidade mínima indicadas em cada um dos casos, de modo a que cumpram o pressuposto estabelecido. Neste sentido está prevista a execução de carotes na zona das estruturas de suporte do Baluarte.

3.4 Poços de Prospeção

Com vista ao reconhecimento da profundidade de fundação de edifícios e estruturas antigas, irá proceder-se à execução de Poços de reconhecimento, nomeadamente nas zonas do Túnel do Marquês e na zona do Baluarte. Os poços de reconhecimento deverão atingir a profundidade necessária para o cumprimento do propósito designado.

3.5 Ensaios “in situ”

3.5.1 Ensaios de Penetração Dinâmica do tipo SPT

Preconiza-se que as sondagens sejam acompanhadas da execução de ensaios de penetração dinâmica, do tipo SPT com o amostrador de Terzaghi, espaçados de 1,5 m ou sempre que haja uma mudança significativa na natureza dos terrenos.

Os ensaios serão realizados em duas fases, sendo a primeira correspondente à cravação dos primeiros 15 cm do equipamento de ensaio, e a segunda fase aos restantes 30 cm. Em cada fase será registado o número de pancadas necessário à cravação do equipamento. De salientar que na segunda fase a indicação deste valor deverá ser pormenorizado, mostrando as pancadas necessárias à cravação do primeiro e segundo troço de 15 cm desta fase.

3.5.2 Ensaios de corte rotativo com Molinete (“Vane Test”)

Encontra-se prevista também a realização “in situ” de 20 ensaios de corte rotativo com molinete (“vane test”), no interior de furos de sondagem, com o objetivo de determinar a resistência ao corte não drenada (S_u) das aluviões.

Estes ensaios serão realizados ao longo das sondagens selecionadas, quando atravessarem materiais muito brandos a moles, fundamentalmente argilosos a lodosos.

3.5.3 Ensaios com pressiómetro do tipo Ménard

Prevê-se a realização de cerca de 50 ensaios com pressiómetro do tipo Ménard visando a caracterização da deformabilidade do maciço.

Os ensaios pressiométricos deverão ser realizados a profundidades e em unidades distintas.

Com estes ensaios pretendem-se obter algumas das características de deformabilidade e resistência dos materiais – módulo pressiométrico de Ménard (E_M) e a pressão limite (P_{lim}) – bem como o valor da tensão horizontal *in situ* (σ_{h0}), de forma a se poder avaliar o K_0 das formações e, conseqüentemente, dimensionar com maior rigor o tipo de suporte e a metodologia de escavação mais eficaz, e ainda obter uma ideia mais precisa dos impulsos laterais nas estruturas de contenção.

3.6 Ensaios SCPTu

Os ensaios SCPTu, permitem um registo contínuo do perfil vertical das aluviões, caracterizando devidamente os terrenos atravessados em termos de resistência (resistência de ponta, atrito lateral e razão de atrito e a velocidade de ondas S). A versão proposta, com medição da pressão intersticial, possibilita ainda a identificação e caracterização de eventuais níveis arenosos intercalados nos lodos, em geral com parâmetros de resistência mais elevados. Os 4 ensaios previstos totalizam, no seu conjunto, 72 m de comprimento.

Os ensaios de penetração estática com medição da pressão intersticial (SCPTu) só deverão, em regra, ser dados por terminados, quando a capacidade do equipamento se esgotar ou se atingirem níveis de cascalheira na base dos depósitos. No entanto, estas condições poderão ser ajustadas de acordo com o cenário geológico-geotécnico observado "*in situ*", admitindo-se que estes ensaios possam ter menor comprimento interessando apenas a zona superior das aluviões onde serão implantadas as estruturas a construir.

Para cada SCPTu, o boletim de ensaio indicará:

- a designação do ensaio e coordenadas (M, P e Z);
- a data de início e fim do trabalho;
- a descrição dos equipamentos utilizados;
- o registo da evolução da resistência de ponta, da resistência lateral local e da pressão intersticial em função da profundidade de cravação;
- o registo de aspetos do local que possam interferir com a cravação da ponteira, nomeadamente a profundidade de eventuais níveis de água e a presença de seixos ou blocos.

Tal como no caso das sondagens mecânicas de furação, também a execução dos SCPTU's deve ser precedida de um reconhecimento prévio para deteção de serviços/infraestruturas enterradas, por forma a evitar a sua afetação e/ou danificação.

3.7 Ensaios sísmicos

Tendo em vista a caracterização dinâmica das formações geológicas ocorrentes na zona dos aluviões do Vale de Alcântara, prevê-se a realização de um ensaio sísmico entre furos (*crosshole*), junto à sondagem SHL6 LNEC-Pz. Estes resultados, serão cruzados com os resultados obtidos a partir do módulo sísmico dos ensaios SCPTU.

3.8 Amostragem

No decorrer da execução das sondagens mecânicas, deverão ser colhidas amostras indeformadas no interior das sondagens, com amostradores Shelby e Proctor-Moran, ou equivalente, de forma a permitir um diâmetro de amostras não inferior a 75 mm, sobre as quais serão executados ensaios de laboratório.

No **Error! Reference source not found.** indicam-se as sondagens onde se prevê sejam colhidas as amostras, e o tipo de ensaios que se preveem realizar. Em função das reais condições encontradas poderá existir a necessidade de ajustar as profundidades inicialmente definidas.

Todas as amostras deverão ser devidamente identificadas com o número da sondagem, profundidade de colheita, base e topo da amostra e data de colheita.

Para o manuseamento e proteção das amostras indeformadas de solos deve seguir-se a Especificação LNEC E218-1968, “Prospecção geotécnica de terrenos. Colheita de amostras”.

As amostras indeformadas deverão ser, logo após a sua colheita, enviadas para laboratório para serem ensaiadas de acordo com o programa de caracterização laboratorial proposto.

As amostras rochosas de natureza calcária, gresosa ou basáltica serão selecionadas pela equipa de Projeto a partir dos testemunhos das sondagens em face da sua qualidade e características geométricas, bem como dos requisitos mínimos necessários para os ensaios.

Da mesma forma, as amostras de material rijo mais argiloso deverão ser selecionadas diariamente dos testemunhos das sondagens, tendo em conta as indicações de profundidade de colheita e a sua qualidade. As amostras deverão ser de imediato parafinadas por forma a preservar as suas características e evitar a descompressão das amostras.

Para além da amostragem de solos e rochas, prevê-se também colher amostras de água para posterior análise química. A colheita das amostras de água deverá ser realizada após a colocação dos tubos piezométricos nos furos de sondagem e a estabilização dos níveis piezométricos, por forma a evitar colher águas turvas resultantes do processo de furação e execução de ensaios *in situ*.

3.9 Trabalhos da campanha hidrogeológica

3.9.1 Introdução

A campanha de prospeção complementar a realizar, é implementada por meio de um plano de sondagens ao longo do traçado da obra e respetiva envolvente, acompanhada da instalação de uma rede piezométrica de base, de ensaios de permeabilidade / absorção e de ensaios de bombagem de escala adequada aos fins a que se propõe. Neste contexto, prevê-se a instalação de 7 piezómetros simples, 57 piezómetros duplos e 6 piezómetros quádruplos que suportam a rede piezométrica de base, 100 ensaios de permeabilidade tipo Lefranc, 206 ensaios de permeabilidade tipo Lugeon e 5 sistemas de bombagem que implicam até 4 ensaios de bombagem cada, localizados na Estação de Campolide/Amoreiras, na Estação de Campo de Ourique, na Estação de Infante Santo (2 sistemas) e em Alcântara. Prevê-se ainda a execução de ensaios de maré para avaliação da sua influência na zona de Alcântara.

No final de cada sondagem piezométrica (SGHL ou SHL), serão realizados piezómetros associados a cada unidade geológica, sempre que esta tenha possança suficiente para a instalação de câmara de entrada e que seja possível a correta impermeabilização do topo e base da mesma

A realização destes ensaios de bombagem vai permitir a determinação dos coeficientes de permeabilidade / transmissividade e o respetivo raio de influência promovido pela ação de bombagem.

Para a correta definição dos parâmetros de ensaio, é necessário definir a melhor distribuição dos piezómetros radiais (distância ao ponto de bombagem), bem como o posicionamento e comprimento para

as câmaras de tomada de água, que se interrelacionam com o caudal de bombagem/ exploração para cada nível a ensaiar. Neste sentido, a definição final das características de ensaio, só poderá ser determinada após a realização do próprio furo de bombagem (central), furo esse que será precedido de um reconhecimento prévio dos solos atravessados e das características hidráulicas associadas a cada unidade geológica a ensaiar, por via de ensaios de permeabilidade realizados ao longo do reconhecimento desse furo

Prevê-se para cada ensaio, a execução de um furo central de bombagem, realizado de forma faseada para ensaiar cada unidade geológica de forma independente, seguidos dos furos radiais para instalação dos respetivos piezómetros. Para o caso, em função dos dados disponíveis, prevê-se a distribuição destes, em dois raios distintos, tendo como referência o furo de captação central, afastados de 2,5m e 5,0m, respetivamente, adaptando localmente a distribuição à localização dos furos com piezómetro das campanhas geológico-geotécnica e hidrogeológica.

Os trabalhos de prospeção hidrogeológica serão dinâmicos função dos dados que se venham a obter, procurando sempre que necessário otimizar as localizações previstas, dentro dos graus de liberdade que a ocupação de superfície o permita. Para além dos dados de natureza hidrogeológica, os dados de natureza geológico-geotécnica que se venham a obter, serão considerados no modelo geológico a desenvolver no âmbito do projeto de execução.

3.9.2 Ensaios de absorção de água

Os ensaios de absorção de água a executar nas formações ocorrentes para avaliação dos respetivos coeficientes de permeabilidade podem dividir-se em dois tipos: ensaios Lefranc em maciços terrosos e ensaios Lugeon em maciços rochosos. Estes ensaios irão contribuir com os dados necessários ao conhecimento das permeabilidades a adotar no modelo geológico.

Os ensaios de permeabilidade tipo “Lefranc” visam a avaliação do valor do coeficiente de permeabilidade pela observação do caudal necessário para manter o nível de água na sondagem constante (ensaio de nível constante) ou da velocidade de descida do nível de água na sondagem (ensaio de nível variável).

O procedimento de execução destes ensaios deverá seguir o estipulado na especificação “EN ISO 22282-2-2012 - Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing - Part 2: Water permeability tests in a borehole using open systems” ou outra norma nacional ou internacional consagrada na bibliografia da especialidade, quando aplicável, e desde que mencionada a especificação técnica ou norma em que se baseou o ensaio.

Os resultados destes serão incluídos no estudo hidrogeológico complementar a realizar.

Nas secções de natureza rochosa estes ensaios serão substituídos por ensaios Lugeon, que serão realizados em trechos de 3 m, com 3 patamares de pressão ascendente e dois patamares descendentes ($P_1=P_5$; $P_2=2*P_1=P_4$; $P_3=2*P_2$, em que $P_3=P_{máx}$). Os patamares de pressão de referência podem e devem ser ajustados, de modo a garantir que a pressão máxima não ultrapassa o peso próprio do maciço no local de ensaio. A Tabela 1 evidencia a pressão máxima definida em função da profundidade.

Tabela 1 – Ensaios Lugeon (Patamares de pressão)

Patamares de Pressão	Prof. (m)	Pressões a utilizar (kPa)	Tempo de medição de caudal em cada patamar de pressão, após estabilização do caudal
5	5 – 10	25 – 50 – 100 – 50 – 25	10 min.
	10 – 20	75 – 150 – 300 – 150 – 75	
	20 – 30	125 – 250 – 500 – 250 – 125	
	>30	175 – 350 – 700 – 350 – 175	

Os patamares de pressão são idênticos na carga e na descarga), mantendo-se a pressão constante durante 10 minutos em cada patamar. A unidade de medida é a unidade Lugeon (U.L) que corresponde a uma absorção de água de 1 litro por metro de sondagem por minuto.

Neste contexto, prevê-se a realização de cerca de 100 ensaios Lefranc e 206 ensaio Lugeon, recorrendo a obturação.

No **Error! Reference source not found.**, é apresentada a relação de ensaios de permeabilidade previstos para cada local.

3.9.3 Piezómetros

Para controlo dos níveis piezométricos e recolha de amostras de água subterrânea serão instalados no interior de alguns furos de sondagem a realizar tubos piezométricos e piezómetros piezoelétricos nas sondagens mecânicas, com a profundidade das câmaras drenantes aferidas posteriormente em função do perfil do terreno atravessado.

Estes piezómetros hidráulicos visam averiguar a evolução do nível de água no tempo e verificar a possível existência de fenómenos de artesianismo resultantes da intersecção de aquíferos confinados, quer ao nível dos depósitos aluvionares quer ao nível dos terrenos do substrato rochoso. Na eventualidade de que se verifique artesianismo será equacionado o modo de medição dos níveis, por exemplo recorrendo a manómetros ou a outro tipo de piezómetro.

Os piezómetros serão constituídos por tubos de PVC rígido de 1" a 2" de diâmetro, montados em séries telescópicas de comprimento variável.

No caso de piezómetros simples, introduz-se o tubo piezométrico previamente crepinado à profundidade definida, preenchendo depois o espaço anelar por um pré filtro drenante constituído por areão calibrado até ao topo da câmara de captação, seguido de uma selagem em bentonite de forma a evitar contaminação de águas de níveis superiores. O restante espaço anelar será preenchido por material de furação ou areão, e no final o furo será selado com calda de cimento e uma tampa de piezómetro.

Por seu lado, piezómetros duplos, serão, tal como no caso anterior, previamente crepinados às profundidades definidas. Em seguida, será introduzido o primeiro tubo (com maior comprimento) no furo de sondagem, preenchendo o espaço anelar com recurso a um pré-filtro drenante, até ao topo da 1ª câmara piezométrica, depois selado com bentonite. O espaço anelar entre o topo da primeira câmara e a base da segunda, será preenchido com bentonite. Posteriormente, adiciona-se o segundo tubo até à profundidade desejada, seguido do preenchimento do espaço anelar com areão calibrado até ao topo da câmara piezométrica, e selagem com bentonite. Por último, será preenchido o restante espaço com material de furação e/ou areão, e no final o piezómetro será selado com calda de cimento e uma tampa metálica por forma a garantir a sua proteção.

No final, os piezómetros serão purgados com recurso a bomba manual de inércia, para limpeza (da água de furação) e estimulação de entrada de água subterrânea no seu interior. O nível da água no interior dos piezómetros (nível hidrostático) será medido com o auxílio de uma sonda piezométrica, durante a campanha de execução e ao longo do tempo a partir da sua instalação.

As sondagens em geral, e na zona aluvionar em particular, serão posicionadas de modo a permitir, sempre que possível, a continuidade de leitura dos piezómetros, durante a execução da obra.

No contexto da instalação da rede piezométrica, prevê-se a instalação de 6 piezómetros simples, 58 piezómetros duplos e 5 piezómetros quádruplos.

3.9.4 Ensaios de Bombagem

No decurso da campanha de prospeção complementar está prevista a realização de 4 sistemas de bombagem, nomeadamente nas Estações de Campo de Ourique, Estação de Infante Santo (2 sistemas) e em Alcântara. Cada sistema de bombagem congrega a realização de vários ensaios de bombagem (até 4 ensaios de bombagem cada), em função da estratigrafia específica verificada em cada zona.

3.10 Ensaios de Maré

Este ensaio será realizados no decurso da execução dos furos de sondagem para a construção dos piezómetros associados ao ensaio de bombagem na zona aluvionar do vale de Alcântara, ainda sujeita ao efeito de maré de acordo com a carta de risco anteriormente apresentada.

Estes ensaios deverão ser executados preferencialmente ao centro de cada unidade geológica, realizado no fundo de furo, com recurso a obturador e revestimento temporário obrigatórios.

Os ensaios só serão realizados em zonas saturadas e preferencialmente a regime constante, caso as absorções sejam demasiado baixas, podendo proceder-se à execução dos mesmos em regime variável.

As leituras devem ser registadas em intervalos de 1 minuto até aos 10 minutos, em intervalos de 5 minutos até aos 30 minutos e de 10 em 10 minutos até ao final do ensaio.

Os critérios de paragem são os seguintes:

- Após a obtenção de leituras constantes durante um período mínimo de 30 minutos, considerando constantes as leituras cuja variação é inferior a 5% relativamente à absorção da leitura anterior.
- Quando nos ensaios de carga variável o critério acima não for possível de atingir, considera-se concluído o ensaio sempre que o nível variável atingir a posição do nível freático instalado.

3.11 Ensaios de Laboratório

3.11.1 Geral

Na realização dos trabalhos e ensaios laboratoriais, deverão ser respeitadas as Normas Portuguesas (NP) ou Europeias (EN ISO) aplicáveis em vigor, as Especificações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Eurocódigo.

3.11.2 Ensaios sobre amostras remexidas de solos

Amostras remexidas, obtidas dos poços de prospeção, para identificação/caracterização dos materiais de aterro e dos terrenos de fundação, sobre as quais serão realizados os seguintes ensaios de identificação:

- Ensaios de determinação do teor em água natural;
- Análises granulométricas por peneiração;
- Ensaios de determinação dos limites de consistência (Atterberg).

Amostras remexidas, obtidas através de sondagens provenientes do amostrador de SPT visando a identificação e caracterização dos materiais dos terrenos de fundação, sobre as quais serão realizados os seguintes ensaios:

- Análises granulométricas por peneiração;
- Ensaios de determinação dos limites de consistência (Atterberg);

Com vista à melhor caracterização dos terrenos ocorrentes e avaliação de outros parâmetros, serão ainda realizados outros ensaios, como por exemplo:

- Ensaios de permeabilidade com permeâmetro – visando avaliar a permeabilidade dos terrenos e o cruzamento desta informação com dados obtidos nos ensaios de campo;
- Ensaios de azul de metileno – para a determinação da capacidade de adsorção com vista à avaliação da superfície ativa (atividade coloidal), como metodologia para a caracterização de solos finos;

Ensaios de determinação do teor em matéria orgânica (LNEC E 201) – visam a quantificação da presença deste componente, permitindo uma correta caracterização dos solos, em particular no caso de suspeita da sua ocorrência.

3.11.3 Ensaios sobre amostras de solos indeformadas

Sobre as amostras indeformadas colhidas nas sondagens mecânicas, prevê-se a realização dos ensaios abaixo indicados, visando a identificação dos solos e a sua caracterização geotécnica:

- Determinação do teor em água natural – este ensaio deverá ser realizado de acordo com a Norma Portuguesa NP-84 (1965) – “Solos. Determinação do teor em água”.
- Análise granulométrica por peneiração – deverá ser efetuada de acordo com a especificação LNEC E239 (1970) – “Solos. Análise granulométrica por peneiração húmida”.
- Análise granulométrica por peneiração e sedimentação – deverá ser efetuada de acordo com a especificação LNEC E196 (1967) – “Solos. Análise granulométrica”.
- Limites de consistência – deverão ser determinados os limites de liquidez e plasticidade de acordo com a Norma Portuguesa NP-143 (1969) – “Solos. Determinação dos limites de consistência”.
- Densidade aparente – este ensaio deverá ser realizado de acordo com a NP EN ISO 17892-2:2018.
- Determinação da massa volúmica das partículas – este ensaio deverá ser realizado de acordo com as recomendações da NP EN ISO 17892-3:2018.
- Ensaio de Compressão Triaxial – deverão ser executados Ensaios de Compressão Triaxial Consolidado Não Drenado (CU) com medição das pressões neutras (rotura por aumento da tensão vertical) e determinação do coeficiente de permeabilidade (3 provetes) de acordo com a EN ISO 17892-9:2018 “Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Consolidated triaxial compression tests on water saturated soils”.
- Ensaio de Consolidação Edométrico – deverão ser levados a cabo de acordo com a Norma EN ISO 17892-5:2017 “Geotechnical investigation and testing – laboratory testing of soil. Incremental loading oedometer test”.

Sem prejuízo do indicado em 3.12, o programa detalhado referente aos ensaios laboratoriais poderá ter que ser ajustado, em função do número, da qualidade e da diversidade das amostras obtidas e que serão selecionados pela equipa de Projeto após os resultados dos poços de prospeção e das sondagens.

3.11.4 Ensaios triaxiais

Dada a importância que podem assumir na parametrização das propriedades resistentes das unidades a caracterizar, são tecidas considerações de detalhe relativas à realização destes ensaios.

Os ensaios de classificação mínimos que são necessários executar conjuntamente com os ensaios triaxiais incluem-se as determinações do teor em água e da massa volúmica, antes e depois do ensaio.

Por cada conjunto de ensaios triaxiais num estrato deve fazer-se uma determinação dos limites de Atterberg e uma determinação da granulometria.

Os resultados devem indicar claramente o tipo de ensaio que foi executado e quais os parâmetros de resistência (por exemplo, a tensão deviatórica máxima e a relação máxima entre tensões) que são referidos, bem como a velocidade de corte do ensaio e o critério de rotura utilizados para determinar a resistência ao corte.

No relatório devem ser indicadas as incertezas na saturação do provete de ensaio. Os desvios nos procedimentos do ensaio ou no equipamento de ensaio, relativamente à norma de referência, devem ser claramente indicados no relatório e, quando relevante, nos principais gráficos.

A interpretação dos resultados dos ensaios deve ter em conta que a resistência ao corte não drenada, os parâmetros da pressão intersticial e as relações tensões-deformações são mais afetados pela perturbação das amostras do que os outros parâmetros de resistência.

Deve ser utilizada uma relação altura/diâmetro = 2 para os provetes.

Considera-se, à partida, que:

- as tensões de consolidação finais serão definidas pelo projetista em função da profundidade de recolha da amostra indeformada;
- durante o corte dos provetes deverão ser efetuadas leituras de pressões intersticiais, para além das leituras dos valores da tensão distorcional, das deformações axiais e da variação volumétrica dos provetes;

deve ser efetuada a determinação da permeabilidade da amostra, sobre provetes saturados seguindo as regras definidas na norma EN ISO 17892-11:2019;

o processo de saturação deve acompanhado pela determinação do parâmetro de Skempton $B = \Delta u / \Delta \sigma_3$. Para isso a tensão de confinamento deve ser aplicada em incrementos de 50 kPa e a *back-pressure* em incrementos de 30 kPa. Em cada um destes incrementos deve ser efetuada a determinação do parâmetro B;

Considera-se a fase de saturação terminada quando for atingido um valor de B de pelo menos 0,95 (a menos das exceções referidas na norma EN ISO 17892-9:2017);

Em complemento dos quadros habituais que são apresentados para as fases de início do ensaio, fase de consolidação e fase de corte, devem ser apresentados também os seguintes gráficos:

- Variação da tensão deviatórica com a extensão de corte;
- Variação de σ_1 / σ_3 com a extensão de corte;
- Variação de u com a extensão de corte;
- Variação de ΔV com a extensão de corte;
- Envolvente de Mohr-Coulomb com a determinação do valor de coesão (que será próxima de zero se os provetes estiverem saturados) e ângulo de atrito em tensões efetivas.

3.11.5 Ensaio sobre amostras de rochas/solos rijos

Sobre as amostras rochosas/solos rijos colhidas nas sondagens mecânicas, prevê-se a realização dos ensaios abaixo indicados, visando a sua caracterização geotécnica:

Determinação do peso volúmico, absorção de água e porosidade – este ensaio deverá ser realizado de acordo com as recomendações da SIMR e a especificação ASTM C97-02 (2008).

Ensaio de compressão uniaxial – determinação da tensão de rotura, módulo de deformabilidade e coeficiente de “Poisson”. Deverão ser seguidas as especificações BS 1377 Part 7: 1990 e ASTM D 2166 (1991).

Ensaio de carga pontual – *Point Load Test* – De acordo com as indicações e métodos sugeridos pela SIMR (1985) e as especificações ASTM D5731 – 95 (1995).

Ensaio de tração uniaxial indireto (compressão diametral – ensaio brasileiro) – De acordo com as indicações e métodos sugeridos pela SIMR (1978).

Os ensaios de compressão previstos em solos, incidirão sobre solos rijos, que permitam a realização do ensaio.

3.11.6 Ensaio sobre amostras de água

Ensaio de agressividade de água natural – sobre amostras de água colhidas nos furos de sondagens a diferentes níveis, incluindo análise do pH, do CO₂ agressivo, sulfatos, azoto amoniacal e magnésio, etc., devendo ser seguidas a NP EN 206 e as especificações e/ou normas do LNEC.

3.12 Trabalhos Previstos (quantidades e localização)

As sondagens propostas no anexo W de concurso, têm adicionada à sua designação o sufixo *LNEC* ou *AFAPLAN*. Indicam-se também outros ensaios *in-situ* previstos realizar, bem como Poços e Carotes. Os trabalhos de campo e de laboratório relativos ao Programa geológico-geotécnico, hidrogeológico e geoambiental complementares, encontram-se listados no Quadro 4.

Quadro 4 – Trabalhos do Programa de Prospeção Geológico-Geotécnica, Hidrogeológica e Ambiental

Trabalhos do Programa de Prospeção Geológico-Geotécnica, Hidrogeológica e Geoambiental	UN.	QT.
. Transporte, montagem e desmonte do estaleiro e equipamento para realização de prospeção	VG	1
. Sondagens		
Sondagens verticais	un	104
o Furação em solo	m	1124
o Furação em rocha	m	2623,6
. Ensaio de penetração dinâmica normalizada, S.P.T.	un	734
. Ensaio de corte rotativo, com cissómetro/molinete (<i>Vane Test</i>)	un	6
. Ensaio de absorção de água (tipo <i>Lefranc com obturador</i>)	un	100
. Ensaio de absorção de água (tipo <i>Lugeon com obturador</i>)	un	206
. Ensaio c/ penetrometro estático (piezócone), SCPTu, com módulo sísmico		
o Posicionamento do equipamento em cada local de realização do ensaio	un	5
o Penetração até à nega ou à profundidade de projeto, com recolha contínua dos parâmetros f_s , q_c e u .	m	68
. Ensaio pressiométrico de Ménard	un	175
. Ensaio <i>crosshole</i> (ensaio sísmico entre furos)	un	1
. Colheita de amostras indeformadas	un	31
. Instalação de piezómetros (simples)	un	7
. Instalação de piezómetros (duplos)	un	57
. Instalação de piezómetros (quadruplos)	un	6

Trabalhos do Programa de Prospeção Geológico-Geotécnica, Hidrogeológica e Geoambiental	UN.	QT.
. Furos de bombagem com 4 ensaios em cada furo (incluindo todos trabalhos necessários associados)	un	5
. Poços de prospeção com colheita e transporte de amostras remexidas	un	23
. Carotes horizontais no reconhecimento de muros de alvenaria	un	6
. Carotes verticais e/ou inclinadas no reconhecimento de muros de alvenaria	m	4
<i>Ensaios de laboratório: Solos</i>		
. Granulometria por peneiração	un	88
. Granulometria por peneiração e sedimentação	un	17
. Limites de consistência (LL + LP)	un	88
. Ensaio de azul de metileno	un	70
. Teor em água natural	un	88
. Densidade das partículas sólidas	un	88
. Ensaio triaxial, com medição das pressões intersticiais e permeabilidade (3 provetes) (CU)	un	24
. Ensaio de permeabilidade com permeâmetro	un	4
. Ensaio de compressão simples ou uniaxial, com medição da tensão de rotura, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson (saturado e/ ou estado natural)	un	16
. Ensaio edométrico	un	3
. Teor em matéria orgânica*	un	17
. Análise química do solo (teor em cloretos, sulfatos, carbonatos, sais solúveis, etc)	un	2
<i>Ensaios de laboratório: Rochas</i>		
. Preparação de provetes de material rochoso para ensaios de laboratório	un	58
. Massa volúmica real e aparente e porosidade	un	58
. Ensaio de tração uniaxial indireto (compressão diametral) (Brasileiro) com medição da tensão de rotura	un	2
. Ensaio compressão de carga pontual - Point Load Test	un	58
. Compressão simples ou uniaxial com medição da tensão de rotura, módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson (saturado e/ ou estado natural)	un	58
. Deslizamento de Diaclases	un	8
. Análise petrográfica (inclui preparação de lâmina)	un	20
. Velocidade de propagação de ultrassons (Vp e Vs)	un	28
. Expansibilidade linear por absorção de água	un	21
<i>Ensaios de laboratório: Água**</i>		
. Análise química da água (inclui pH, dureza, condutividade elétrica, valores de CO ₂ , NH ₄ ⁺ , SO ₄ ⁻² , CL ⁻ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Fe ³⁺ , Fe ²⁺)	un	7
<i>Topografia</i>		
. Implantação topográfica dos trabalhos de prospeção geotécnica	vg	1
<i>Campanha geoambiental</i>		
. Sondagens geoambientais e ensaios associados	vg	1

4 PROSPEÇÃO GEO-AMBIENTAL

4.1 PROSPEÇÃO GEO-AMBIENTAL PRELIMINAR

Em termos de prospeção ambiental, a campanha geoambiental complementar por nós proposta, teve em conta a análise prévia dos documentos fornecidos nas peças do procedimento do concurso, destacando:

- CET-P1-17ANX_Q-Geol_Geot
- CEJ-ANX_II.4-RelatFactual_EnsaioGeoamb
- CEJ-ANX_II.5-Analise_Solos_Contaminados

No primeiro documento (CET-P1-17ANX_Q-Geol_Geot), foram recolhidas as informações relativas ao dispositivo geológico local, bem como a determinação das formações ocorrentes nos futuros locais de escavação a céu aberto associados ao projeto em análise.

A informação analisada revelou o seguinte dispositivo geológico, disposto das mais recentes para as mais antigas (ver informação mais detalhada no documento “TOMO II Volume 3 – Estudo Hidrogeológico”):

- Formações recentes (aluviões e aterros – AL e At)
- Formação miocénica “Argilas e Calcários dos Prazeres” (M)
- “Formação de Benfica” (Fi_FB), do Paleogénico
- Formações vulcânicas do “Complexo Vulcânico de Lisboa” (CVL)
- Rochas carbonatadas cretácicas (C)

No segundo documento (CEJ-ANX_II.4-RelatFactual_EnsaioGeoamb), foram analisados os trabalhos associados à prospeção geo-ambiental realizados na campanha preliminar, nomeadamente os resultados associados à contaminação e perigosidade dos solos ensaiados neste estudo preliminar.

Este estudo foi suportado num plano de prospeção ambiental (amostragem), realizado pela empresa Geocontrole, entre janeiro e fevereiro de 2022, durante o qual foram executadas 2 sondagens (SA1 e SA2), com 16.2m e 19.2m de profundidade respetivamente.

De referir que a informação geoambiental fornecida nas peças do procedimento do concurso, se cinge a estes 2 pontos de prospeção localizados na secção A.8.4 – viaduto metálico, revelando-se manifestamente insuficiente para a avaliação correta do cenário associados aos eventuais solos contaminados ocorrentes.

Quadro 5 –Trabalhos realizados para a fase de Concurso

Nome	Localização aproximada	COORDENADAS ETRS89-PTTM06		COTA
		M	P	(m)
SA1	Rua Maria Pia	-90484,76	-106233,53	5,00
SA2	Avenida de Ceuta (Alcântara-Terra)	-90506,17	-106239,30	6,22

Na figura infra, apresenta-se a localização das sondagens realizadas, onde se verifica a limitada representatividade destas, relativamente ao futuro viaduto de Alcântara, sendo mesmo para esta secção insuficiente para aferir o enquadramento associado ao passivo ambiental esperado.

Em suma, relativamente à prospeção ambiental realizada, constata-se que a mesma representa cerca de 2,5% do traçado, deixando sem informação a grande maioria das futuras escavações a céu aberto, entre elas todas as futuras estações previstas.

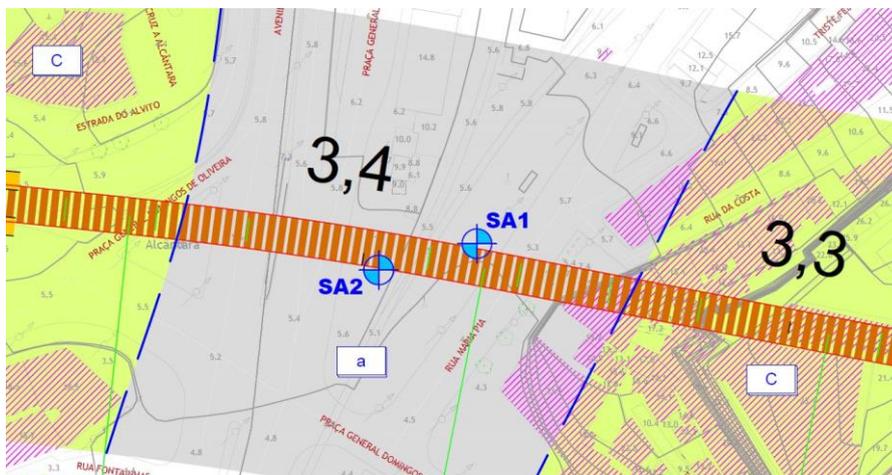


Figura 5 - Localização das sondagens geoambientais da fase de concurso

Durante a execução das 2 sondagens disponíveis, foram recolhidas 16 amostras ambientais simples, 7 das quais na sondagem SA1 e 9 na sondagem SA2, recorrendo a amostradores "Moran", ferramenta que não é a mais adequada a amostragem ambiental.

Quadro 6 - Características das sondagens realizadas

Sondagem	Profundidade (m)		Estrat.	Odor	Data de colheita, transporte e armazenamento em condições controladas
	Topo	Base			
SA1	0,30	2,00	At	nulo	31/01/2022
	7,00	8,20	a	nulo	31/01/2022
	12,00	12,30	a	nulo	31/01/2022
	12,30	12,60	a	nulo	31/01/2022
	12,60	13,20	a	nulo	31/01/2022
	13,50	14,70	a	nulo	31/01/2022
SA2	0,30	1,50	At	nulo	24/01/2022
	3,00	4,20	At	nulo	24/01/2022
	6,00	6,60	At	nulo	24/01/2022
	6,60	7,20	a	nulo	24/01/2022
	9,00	9,40	a	nulo	24/01/2022
	9,40	10,20	a	nulo	24/01/2022
	15,00	15,30	a	nulo	25/01/2022
	15,30	16,20	a	nulo	25/01/2022
	18,00	19,20	a	nulo	25/01/2022

De referir que das amostras recolhidas, 4 representam a formação dos aterros superficiais e 12 representam os depósitos aluvionares da baixa de Alcântara, não existindo qualquer resultado nos solos residuais e maciços rochosos de base, formações que representam cerca de 84% do volume de escavação previsto. Sobre as amostras acima referidas foram realizados um conjunto de ensaios laboratoriais para a avaliação da contaminação e condições de admissibilidade, cujo PLANO ANALITICO contemplou o seguinte conjunto de elementos:

1. Dosagem em matriz sólida:

o Metais – EN ISO 17294-2

- o Antimónio
- o Arsénio
- o Bário
- o Berílio
- o Cádmio
- o Chumbo
- o Cobalto (lixiviado)
- o Cobre
- o Crómio
- o Estanho
- o Mercúrio
- o Molibdénio
- o Níquel
- o Selénio
- o Vanádio
- o Zinco
- o Compostos orgânicos Voláteis (COV) – DIN ISO 18287:2006-07
- o Benzeno
- o Tolueno
- o Etilbenzeno
- o Xileno

o Policlorobifenilos (PCB) – DIN EN 15308:2016-12

- o PCB 28/ PCB 52/ PCB 101/ PCB 118/ PCB 138/ PCB 153/ PCB 180

o Hidrocarbonetos do Petróleo – DIN EN ISO 16558-1:2015-12 e DIN EN 14039:2005-01

- o Fração C5-C10/ Fração C10-C22/ Fração C10-C40/ Fração C10-C16/
Fração C16-C35/ Fração C35-C40

o Hidrocarbonetos Aromaticos Policíclicos (HAP) – DIN ISO 18287:2006-05

- o Acenafteno
- o Acenaftileno
- o Antraceno
- o Benzo(a)antraceno
- o Benzo(a)pireno
- o Benzo(b)fluoranteno
- o Benzo(g,h,i)perileno
- o Benzo(k)fluoranteno
- o Criseno
- o Dibenzo(a,h)antraceno Fluoranteno
- o Fluoreno
- o Indeno(1,2,3-cd)pireno Naftaleno
- o Fenantreno
- o Pireno

o Matéria seca – DIN EN 14346:2007-03

o Carbono Orgânico Total (COT) – DIN EN 13137:2001-12

o pH – DIN ISO 10390:2005-12

2. Dosagem em eluato (em solução)

o Metais – DIN EN ISO 17294-2:2005-02

- o Antimónio
- o Arsénio
- o Bário
- o Cádmio
- o Chumbo
- o Cobre
- o Crómio
- o Mercúrio

o Molibdénio
o Níquel
o Selénio
o Zinco

o Cloretos, Fluoretos e Sulfatos – *DIN EN ISO 10304-1:2009-07*
o Índice de Fenol – *DIN EN ISO 14402 (H37):1999-12*
o Carbono Orgânico Dissolvido (COD) – *DIN EN 1484:1997-08*
o Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) – *DIN EN 15216:2008-01*

Todos os ensaios de laboratório foram realizados pelo laboratório Eurofins Analytico B.V, certificado segundo o referencial normativo ISO 14001:2015

Da análise do terceiro documento (CEJ-ANX_II.5-Analise_Solos_Contaminados), retiramos os critérios base para o desenvolvimento do “Estudo de Avaliação da Perigosidade/contaminação dos Solos”, previsto para a fase de RECAPE, que tem como objetivo final a avaliação da contaminação dos terrenos que serão objeto de intervenção no âmbito do prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara, e consequente classificação dos materiais que venham a ser escavados para implantação do Projeto, com vista à definição de um destino final adequado, à luz da legislação aplicável aos resíduos, designadamente em função da sua perigosidade para identificação da classe de aterros permitida.

Para a caracterização geoambiental dos terrenos, o Dono de Obra propõe a interpretação dos resultados obtidos com os ensaios geoambientais realizados junto ao viaduto de Alcântara (Anexo II.4) bem como os resultantes de uma campanha complementar de sondagens geoambientais a realizar pelo adjudicatário.

A quantidade e localização das sondagens a efetuar será apresentada ao ML, com base num Plano de Sondagens, prevendo-se a recolha de amostras integrais para a caracterização geoambiental dos terrenos nas profundidades em que será necessária a sua escavação para a execução da obra, considerando os perfis geológico-geotécnicos elaborados em fase de Programa Preliminar.

A campanha complementar de sondagens geoambientais a realizar deverá permitir um zonamento mais rigoroso da contaminação e perigosidade ambiental, bem como a determinação do volume dos solos a movimentar durante a obra nas zonas associadas às escavações a céu aberto (excluindo desta análise os materiais rochosos), a realizar numa fase prévia à obra, de forma a permitir efetuar uma delimitação tridimensional de “local(ais) contaminado(s)” e de “local(ais) não contaminado(s)”.

Sob o ponto de vista de enquadramento legal, a legislação a seguir deverá ser o Decreto-Lei n.º 102-D/2020, em termos de contaminação e admissibilidade, sendo o enquadramento em termo de contaminação a Tabela E, admitindo o uso futuro do local como industrial/comercial, para solos grosseiros, sem utilização de águas subterrâneas. Adicionalmente, serão atendidas as disposições da APA, nomeadamente os requisitos estabelecidos nos guias técnicos, bem como as suas medidas e recomendações, nas suas versões atualizadas. Assim, os resultados analíticos obtidos, serão confrontados com os valores de referência aplicáveis (Tabela E), por forma a classifica-los quanto à contaminação e admissibilidade.

Após concluída a avaliação dos solos e respetivos volumes, o Adjudicatário terá de proceder à obtenção de licenciamento ambiental (LUA/TUA), para enquadrar legalmente a gestão dos solos contaminados e o seu processo de remediação/ eliminação.

Os solos e rochas contaminados classificados como resíduo não perigoso não poderão ser encaminhados para aterros de resíduos inertes ou para pedreiras, nos termos do n.º 1 do artigo 14.º do Regime Jurídico da Deposição de Resíduos em Aterro. Os solos não contaminados podem ser enquadrados e utilizados como subprodutos, caso existam oportunidade de aplicação em obra, no âmbito do nº9 do artigo 91º do RGGR.

Em termos de resultados obtidos na campanha preliminar (apesar de esta representar apenas 2,5% do traçado e cerca de 16% do volume de escavações a céu aberto), podemos desde já constatar a presença de solos contaminados nos aterros superficiais e depósitos aluvionares, cuja contaminação predominante decorre da presença de metais:

- SA1_7 (15,0m – 16,20m) – excede o valor de referência para o parâmetro “Crómio total”
- SA2_1 (0,30m – 1,50m) – excede o valor de referência para o parâmetro “Chumbo”

- SA2_2 (3,0m – 4,20m) – excede o valor de referência para o parâmetro “Chumbo”

Sob o ponto de vista de critérios de admissibilidade, foram registadas excedências nas seguintes amostras ensaiadas:

- SA1_4 (12,30m – 12,60m)
- SA1_6 (13,50m – 14,70m)
- SA1_7 (15,0m – 16,20m)
- SA2_1 (0,30m – 1,50m)
- SA2_2 (3,0m – 4,20m)

EM SUMA: 31% das amostras são contaminadas e/ou não admissíveis em aterros de inertes

Tendo em conta a análise do documento e suas recomendações e os resultados fornecidos pela campanha preliminar, podemos tecer o seguinte conjunto de considerações:

- A informação Geoambiental fornecida é *manifestamente insuficiente* para a previsão do volume do solos e rochas contaminados;
- A presença de solos contaminados é à data uma evidencia, sendo necessário nesse cenário a obtenção de licença de remediação/ descontaminação (TUA);
- Das 16 amostras ensaiadas na campanha preliminar, podemos verificar os seguintes resultados:
 - Aterros: 2 amostras contaminadas (não perigosas) + 2 amostras não admissíveis em aterros de inertes e/ou pedreiras (*50% das amostras contaminadas e/ou não admissíveis*)
 - Aluviões: 1 amostra contaminada + 3 amostras não admissíveis (*25% de amostras não admissíveis*)
 - Solos Residuais – não temos informação disponível
 - Rochas – não temos informação disponível
- Cerca de *30% de todas as amostras ensaiadas são contaminadas e/ou não admissíveis*
- É de esperar uma *forte contaminação dos aterros superficiais e depósitos aluvionares*, sendo estas as unidades estratigráficas com maior risco de contaminação.
- Os solos residuais e rochas, não foram analisados e não possuímos à data qualquer informação sobre a contaminação e admissibilidade.

Os solos residuais e rochas, têm menor risco de contaminação, por se tratarem de solos e rochas naturais, mas em certo casos (ex: CVL – basaltos, tufo e brechas) podem acusar contaminação natural, nomeadamente por metais, que podem complicar o processo de gestão dos solos contaminados – caso seja obrigatório a análise das escavações até à base.

4.2 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE SOLOS CONTAMINADOS

4.2.1 Necessidade e objetivos da avaliação do risco de ocorrência de solos e águas contaminados

Sob o ponto de vista ambiental e risco associado aos solos contaminados, este concentra-se fundamentalmente nas áreas onde estão previstas escavações a céu aberto, tendo sido essas as zonas de foco para a definição dos trabalhos de prospeção ambiental complementar. Importa referir que nesta abordagem, não foram considerados os solos e rochas provenientes da escavação subterrânea (secção do túnel), nem tão pouco as rochas provenientes das escavações a céu aberto, uma vez que estas não se enquadram na análise de solos eventualmente contaminados, segundo orientações da APA.

No projeto em apreço, a escavação a realizar a céu aberto, vai resultar num volume de solos e rochas considerável, na sua maioria associados às futuras estações, totalizando cerca de 450 000 m³ (maioritariamente rochas), sendo uma pequena parte deste volume (+/- 12 000m³) associado às secções A.8.3 e A.8.4, correspondentes ao “cut & cover” e aos apoios do viaduto metálico de Alcântara, respetivamente.

Assim, na definição do plano de amostragem a apresentar em projeto de execução, dar-se-á prevalência às estações, poços verticais, zona do baluarte e apoios de fundação do viaduto de Alcântara, por se tratar de zona de escavação em céu aberto, onde existe uma forte probabilidade de escavação das unidades pertencente ao quaternário (Aterro e Aluviões).

No estudo preliminar realizado e patenteado no programa de concurso foi identificada a presença de solos contaminados. Este documento tem como 1^a conclusão principal a inexistência de resíduos perigosos nos locais e às profundidades em que se dispôs da informação e adicionalmente sugere a realização de sondagens adicionais.

Torna-se assim determinante a definição de um plano de amostragem rigoroso para determinação da contaminação dos solos e eventuais rochas a escavar, bem como a classificação de perigosidade e definição da classe de aterro de resíduos a que pertencem, bem como o seu destino final, nos casos em que não possam ser reaproveitados. O conhecimento pormenorizado na fase de projeto, permitirá otimizar os volumes e seus destinos, bem como prever antecipadamente a sua classificação, contribuindo assim para um planeamento dos trabalhos de escavação e contenção, de modo a mitigar os riscos associados a esta atividade.

A abordagem prevista para esta nova fase de investigação, visa a amostragem detalhada sobre a zona a escavar (céu aberto) de modo a definir um modelo tridimensional em fase de pré-obra. Com este modelo tridimensional será possível determinar, em fase prévia, os volumes e respetivos destinos finais, por forma a mitigar os riscos da operação de escavação, nomeadamente os fatores tempo e custo de eliminação, evitando a delimitação das manchas e definição de destinos em fase de obra, bem como atenuar eventuais necessidades de armazenamentos temporários.

Tendo em conta os resultados apresentados na fase anterior, as orientações apresentadas no documento “CEJ-ANX_II.5-Analise_Solos_Contaminados” e o histórico do local, nomeadamente as formações quaternárias, cuja composição é suficientemente heterogénea e complexa, será adotado o plano analítico idêntico ao definido na campanha preliminar, no relatório “CEJ-ANX_II.4-RelatFactual_EnsaioGeoamb” (ver 4.1 do presente documento), conforme apresentado no Quadro 8.

A classificação dos solos em termos da sua contaminação, seguirá as orientações do documento “CEJ-ANX_II.5-Analise_Solos_Contaminados”, apresentando-se assim a comparação com os termos de referência:

- a) Tabela E do Guia Técnico (APA, 2019): “Valores de Referência para o Solo”
 - a. A avaliação da contaminação dos solos terá dois objetivos:
 - i. Seleção de substâncias (Compostos Químicos de Interesse – ou CQIs) para efeitos de uma eventual Análise de Risco para a Saúde Humana (ARSH) para a Fase de Obra. Caso for necessário uma Licença para uma Operação de Descontaminação de Solos será necessária a realização de uma ARSH, pelo menos para os trabalhadores e eventualmente para o público em geral da área envolvente. Para este objetivo serão utilizados os VRs mais conservadores – Uso Urbano, solo com textura grosseira e com utilização das águas subterrâneas. Refere-se que os VRs para alguns dos contaminantes mais comuns na camada de aterro (ex: arsénio, chumbo, crómio, zinco, benzo(a)pireno) são iguais para todos os usos de solos seja qual for a sua textura ou a utilização das águas subterrâneas.
 - ii. Avaliação da possibilidade de utilização dos solos escavados para a recuperação ambiental e paisagística de pedreiras ou eventualmente noutras obras. A CCDR/APA apenas autoriza a utilização de solos “não contaminados” para este fim, considerando

para este efeito que as concentrações dos contaminantes nos solos cumprem os VRs aplicáveis.

- b) Classificação dos resíduos para deposição em Aterro de Resíduos Inertes, considerando os Valores-Limite (VLs) das Tabelas 2 e 3 do Decreto-Lei n.º 102/2020.
- c) Avaliação da perigosidade do solo, de acordo com os critérios definidos no Regulamento UE 1357/2014. Para a característica HP14 serão utilizados os critérios definidos no Regulamento UE 2017/997. A avaliação será realizada tendo em conta as concentrações das substâncias “no resíduo”.
- d) E de acordo com as classes de eliminação de materiais em meio hídrico previstas na Portaria 1450/2007, de 12 de novembro (eventual).

Importa referir que relativamente à alínea a), o enquadramento com os valores de referência, pode sofrer alterações caso existam valores de fundo naturais validados pela APA, para o local em causa. Esta informação será recolhida junto da entidade durante o processo de análise e em função dos resultados laboratoriais que forem, entretanto, concluídos. Para a unidade de aterros esta questão não será aplicável dada a heterogeneidade apresentada, contudo, pode ter utilidade nas aluviões e substrato rochoso (exemplo do complexo vulcânico de Lisboa que poderá acusar excedências em níquel e cromo).

Relativamente à referência apresentada na alínea d), apesar de não ser uma solução corrente de destino, considera-se por bem elencá-la com enquadramento eventual, pois pode figurar-se como uma alternativa viável, tendo em conta os valores limites legais para este cenário.

Dado o enquadramento hidrogeológico local, e a inexistência de informação sobre a qualidade das águas, foram igualmente previstas recolha e análise de águas subterrâneas, a obter em 5 piezómetros (incorporados no conjunto dos trabalhos das campanhas de prospeção Geológico-Geotécnica, Hidrogeológica e Ambiental), instalados quer nos aterros quer nas aluviões, seguindo assim a sugestão da APA (2019), nas suas recomendações definidas da Revisão 2 de julho de 2019. Importa referir que neste documento a avaliação das águas subterrâneas não tem carácter obrigatório, mas sim apenas nas situações em que se justificar. Assim, e tendo em conta a eventual necessidade de trabalhos de bombagem no decurso das escavações, o aprovisionamento deste tipo de análise pode tornar-se indispensável para a obtenção de dados que permitam a definição de soluções, caso este cenário se venha a colocar, sendo assim possível definir as medidas de mitigação necessárias para acautelar o potencial impacto na execução da obra.

Para a classificação das amostras de água subterrânea em termos de contaminação, serão tidos em consideração os limiares e normas de qualidade indicados:

- a) No Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) do Tejo e Ribeiros do Oeste (em conformidade com DL n.º 208/2008 de 28 Outubro).
- b) No DL n.º 102/2020

Nas situações em que se verifique a necessidade de extrair águas contaminadas do local da obra, estas devem ser geridas como águas residuais. O licenciamento a adotar dependerá do destino previsto:

- I. Se a descarga ocorrer diretamente no solo ou em linha de água, deverá solicitar-se aos serviços da Administração da Região Hidrográfica Tejo e Oeste da APA (APA/ARH TO) o título de utilização dos recursos hídricos.
- II. Se a descarga ocorrer para uma rede separativa de águas pluviais, a rejeição está sujeita a título de utilização dos recursos hídricos para descarga no meio hídrico, a conceder pela APA/ARH TO, e mediante autorização expressa da CML para o uso do coletor pluvial.
- III. Se a descarga ocorrer para a rede pública de saneamento de Lisboa, deverá solicitar-se, junto dos serviços municipais de atendimento, o pedido de ramal de ligação à rede pública de saneamento.

Se a descarga ocorrer em conjunto com outras águas residuais, a ligação deverá ser efetuada à rede de saneamento de Lisboa, devendo neste caso o licenciamento ser sujeito às regras referidas.

Em suma, sob o ponto de vista da gestão das águas subterrâneas a retirar da obra, dado o enquadramento complexo expectável e a forte incidência de redes públicas na área de intervenção, nomeadamente no último segmento do traçado, será de prever uma análise cuidada e detalhada na fase de estudos pré-obra.

O plano de amostragem definido, terá em consideração a representatividade, quer dos solos e rochas, quer da água, que decorre das operações de escavação a realizar durante a obra, especialmente no final do traçado, zona mais sensível sob o ponto de vista de potencial de contaminação, que corresponde à baixa aluvionar de Alcântara e ao aterro existente na zona do Baluarte (secção A.8.3). Nestas duas secções, as formações terrosas constituídas pelos aterros superficiais (At) e as Aluviões (a) são mais representativas, aumentando assim o potencial de contaminação. Nas restantes zonas identificadas, predominam as formações rochosas do miocénico (M), Oligocénico (FI), neocretácico (CVL) e cretácico (C)

Os pontos de amostragem devem, sempre que possível, estar localizados dentro, ou no limite, na periferia, da escavação prevista, evitando ao máximo qualquer afastamento deste corredor, e o seu número deve permitir a modelação e distribuição tridimensional, de modo a produzir um modelo numérico o mais rigoroso possível.

5 PLANO DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (SOLOS E ÁGUAS CONTAMINADOS)

5.1 SOLOS E ÁGUAS CONTAMINADOS

5.1.1 Estratégia de investigação

A campanha de prospeção ambiental será realizada por meio de um plano de amostragem ao longo do traçado do túnel, nomeadamente nas escavações a céu aberto previstas, destacando:

- Secção A3 – Estação campo de Ourique + obra especial OE2 (SA1 – SA4)
- Secção A.4.2 – Poço vertical PV211 (SA5)
- Secção A5 – Estação Campo de Ourique (SA6 – SA9)
- Secção A.6.3 – Poço Vertical PV215 (SA10)
- Secção A7 – Estação Infante Santo (SA11 – SA14)
- Secção A.8.3 – Obra especial OE5 – Baluarte (SA15 – SA16)
- Secção A.8.4 – Viaduto metálico (SA17 – SA19)
- Secção A.9 – Estação de Alcântara (SA20 – SA22)
- Secção A.10.1 – Obra especial OE6 (SA23 – SA24)
- Secção A.10.3 – Poço Vertical PV217 (SA25)

Todas as 25 sondagens ambientais previstas terão recolha de amostras integrais (em solos) e serão ainda selecionados 5 pontos para recolha de amostras de água subterrânea. Das amostras recolhidas serão processadas e sujeitas a ensaios laboratoriais 125 amostras de solo e 5 amostras de água.

O critério de seleção de amostras foi o seguinte:

- Aterros e Aluviões (1 amostra por cada metro amostrado)
- Solos residuais (1 amostras por cada 2m amostrados)

A amostragem ambiental será realizada em profundidade, intercetando as unidades do aterro, aluvião e parte superficial do substrato rochoso (solo Residual) que poderá ser de idade Miocénica, Oligocénica, Neocretácica e/ou Cretácica, com profundidades estimadas entre os 4 e os 20m.

O método de amostragem (6.1.2) permitirá a recolha de forma integral, das amostras através de “liners” transparentes, por forma a permitir a identificação e caracterização detalhada dos materiais atravessados. A distribuição vertical prevista para o tratamento das amostras é de um metro nos aterros e dois metros nos solos residuais, sendo este intervalo passível de ser ajustado para outra qualquer referência, uma vez que se prevê a recolha integral do solo amostrado.

No caso do amostrador (direct Push) utilizado no aterro e aluviões não conseguir penetrar o suficiente no substrato, será necessário mudar para uma coluna de rotação e furar com água, minimizando o caudal o mais possível. Da nossa experiência, a rotação mesmo com água não deve afetar a representatividade das amostras, pois os materiais são, à partida, competentes e bastante impermeáveis, pelo que a água de furação não circula no seio da amostra.

Os trabalhos de campo serão acompanhados por técnicos de ambiente especializados, que estarão em permanência durante a realização do plano de amostragem, procedendo ao manuseamento, análise organolética, identificação, acondicionamento e transporte das amostras para laboratório acreditado, respeitando todas as regras de boas praticas e especificações vigentes.

Os “liners” contendo as amostras, serão abertos imediatamente após cada manobra e o conteúdo observado para indícios de contaminação (i.e. odores anómalos, filme oleoso, presença de escórias, carvões, cinzas, ou outros resíduos) e depois fotografado. Será feita uma descrição litológica de cada “liner”.

O conteúdo de cada “liner” será crivado com peneiro de 10 mm e transferido para um saco adequado.

Entre cada manobra de amostragem os equipamentos reutilizáveis (sapata e amostrador) serão descontaminados com uma solução com detergente e depois lavados com água potável.

As amostras compósitas para envio para o laboratório serão condicionadas em frascos fornecidos pelo laboratório. Para cada amostra, serão enviados para o laboratório três frascos por forma a garantir material suficiente para os ensaios pretendidos, bem como eventuais repetições/verificações caso necessário.

Caso sejam intercetados estratos com abundância de materiais grosseiros (ex: tijolos, alvenaria, outros entulhos) poderá ser necessário condicionar as amostras em sacos plásticos, sendo que será necessário realizar a moagem das amostras no laboratório.

Os frascos com as amostras serão imediatamente colocados em malas térmicas com placas de refrigeração fornecidos pelo laboratório. Sempre que possível as amostras serão enviadas para o laboratório no mesmo dia da sua recolha, ou no dia útil seguinte. Neste último caso, as amostras serão transferidas para um frigorífico até ao dia da sua expedição. Os parâmetros analíticos com menor tempo de conservação são os BTEX, sendo que os procedimentos acima descritos garantem o cumprimento dos prazos entre a recolha e a sua análise em laboratório. Em condições normais, o BTEX é analisado entre 2-3 dias úteis após a receção das amostras pelo laboratório.

Cada caixa enviada para o laboratório terá dentro a Cadeia de Custódia para as amostras enviadas.

Após receção das amostras pelo laboratório, será fornecida uma cópia da Cadeia de Custódia assinada pelo representante do laboratório.

Em obra, será instalado um contentor de preparação e processamento das amostras “in Loco”, com arca frigorífica, de modo a guardar as amostras a baixas temperaturas até à sua expedição.

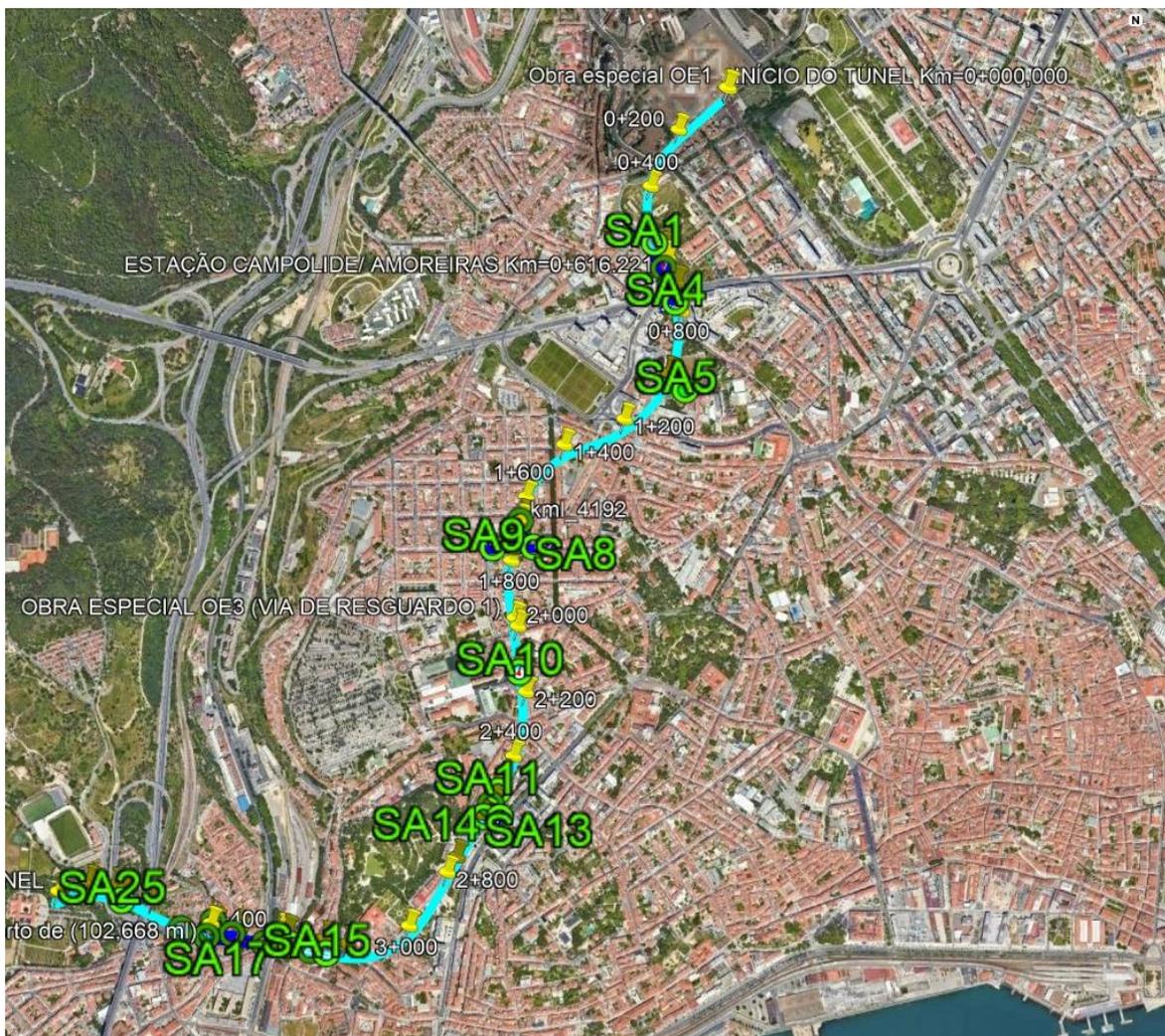


Figura 6 – Planta de localização dos pontos de amostragem ambiental

Os trabalhos de prospeção geoambiental serão dinâmicos procurando, sempre que necessário otimizar as localizações previstas, dentro dos graus de liberdade que a ocupação de superfície o permita. Para além dos dados de natureza ambiental, os dados de natureza geológico-geotécnica que se venham a obter, serão considerados no modelo geológico a desenvolver no âmbito do projeto de execução.

5.1.2 Sondagens e amostragem de solos

As sondagens mecânicas serão realizadas através da metodologia de cravação dinâmica contínua, dedicada exclusivamente para amostras ambientais, recolhendo assim amostras intactas para realização de análises físico-químicas nos solos amostrados.

A amostragem contínua, com recurso a amostradores para cravação dinâmica designados de “direct-push”, utiliza a energia de martelo hidráulico, subsónico acoplado ao equipamento de perfuração (sonda).

Este sistema de amostragem, consiste num amostrador de paredes duplas, que é utilizado conjuntamente com um “casing” ou revestimento temporário que impede o colapso das paredes do furo entre cada manobra de amostragem (Figura 7), tendo os amostradores 65 e 74mm de diâmetro (Figura 8).

As amostras de solo serão recolhidas no interior de “liners” transparentes descartáveis, colocados previamente no interior do amostrador, com um metro de comprimento. De cada vez que o amostrador for cravado, e recolhido à superfície o “casing” permanece no furo. Este revestimento impede o colapso das paredes do furo, garantindo a viabilidade da próxima amostra. Garante ainda que a amostra é representativa da profundidade de recolha e que não houve contaminação pelos estratos de solo sobrejacentes já atravessados. O amostrador de duplo tubo, não utiliza qualquer fluido de furação, nem produz refluxo de solos à superfície durante a furação, constituindo-se como uma das ferramentas mais avançadas e produtivas para realizar amostragem ambiental em solos finos a grosseiros, pelo que foi escolhido em detrimento do trado - oco.

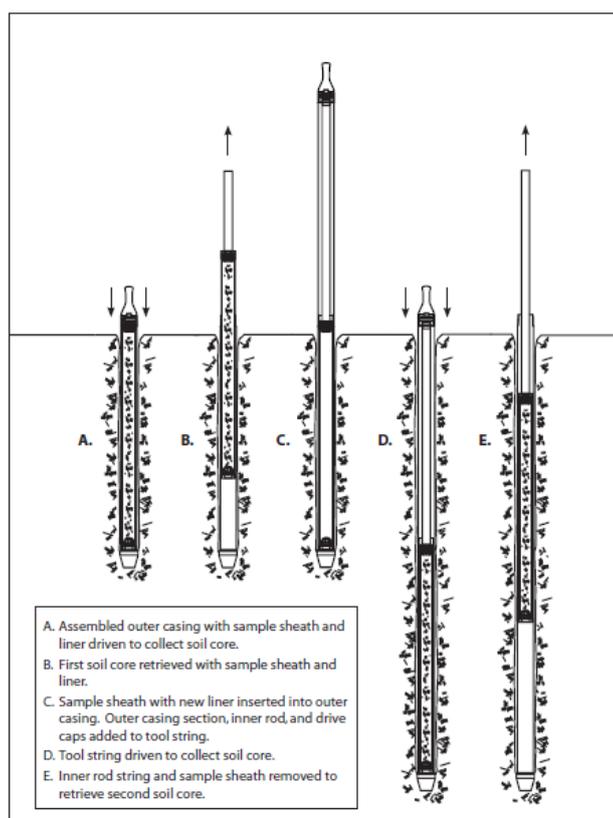


Figura 7 – Amostrador de cravação “direct-push”

Na figura acima está ilustrado o processo de cravação e respetiva recolha de amostra até á superfície, com uma sequência completa de amostragem.



Figura 8 – Amostrador de cravação “direct-push”, com “liner” translúcido

Quadro 7 – Plano amostragem ambiental (fração sólida)

Sondagem	Tipo	Comprimento global (m) (estimativa)		
		Aterro	Aluvião	Subst. Rochoso
SA1	Vertical	55	32	73
SA2	Vertical			
SA3	Vertical			
SA4	Vertical			
SA5	Vertical			
SA6	Vertical			
SA7	Vertical			
SA8	Vertical			
SA9	Vertical			
A10	Vertical			
SA11	Vertical	100	260	60
SA12	Vertical			
SA13	Vertical			
SA14	Vertical			
SA15	Vertical			
SA16	Vertical			
SA17	Vertical			
SA18	Vertical			
SA19	Vertical			
SA20	Vertical			
SA21	Vertical			
SA22	Vertical			
SA23	Vertical			
SA24	Vertical			
SA25	Vertical			

Preve-se um comprimento total de furação de 160m, no conjunto das 25 sondagens ambientais a realizar.

5.1.3 Piezómetros e Amostragem de água

A recolha de amostras de água para análise laboratorial far-se-á através de piezómetros devidamente instalados (ver 6.2.2), no âmbito da investigação geológico-geotécnica e hidrogeológica associada à campanha de reconhecimento global. Adicionalmente, pondera-se a eventual instalação de piezómetros dedicados à investigação Ambiental, caso os instrumentos anteriores não permitam a recolha conforme os fins pretendidos. A este respeito, a decisão de construção de piezómetros específicos dependerá da aferição da existência de dois aquíferos diferenciados, nos Aterro e Aluviões, e das condições de instalação decorrentes dos piezómetros a instalar na investigação geológico-geotécnica e hidrogeológica. Deste modo, em cenários onde só estejam disponíveis piezómetros de pequeno diâmetro (inferiores a 1”), e/ou a zona de captação não seja compatíveis com o procedimento correto de recolha, far-se-ão piezómetros específicos à recolha de água, instalados em sondagens ambientais a definir.

A utilização dos piezómetros geotécnicos e hidrogeológicos para fins de recolha de amostras de água sujeitas a ensaios químicos laboratoriais, serão cuidadosamente desenvolvidos por meio de bombagem ou “airlift”, com exceção daqueles que já foram sujeitos a ensaios de rebaixamento de longa duração, no caso os piezómetros radiais referidos no ponto 6 deste documento.

Quanto ao processo construtivo dos piezómetros, o mesmo dependerá naturalmente do tipo de piezómetro a instalar e da quantidade definida para o mesmo furo, sendo que para esta temática, apenas interessam os piezómetros do tipo “tubo aberto” ou “Casagrande”, cujo diâmetro interno permita o correto desenvolvimento e recolha das amostras conforme as boas práticas.

O processo construtivo dos piezómetros do “tipo Casagrande” pode ser encontrado com maior detalhe no Subcapítulo 6.2, deste documento.

Após a definição dos piezómetros a utilizar, o processo de amostragem, preparação, armazenamento e transporte das amostras de água subterrânea, iniciará, depois de um período de repouso de pelo menos 24 horas após a sua instalação, procedendo-se posteriormente ao seu desenvolvimento através da remoção de pelo menos 3 volumes da água presente e idealmente até obter águas com níveis mínimos de turbidez. Para este efeito serão utilizados tubos de polietileno descartáveis com válvulas de pé no fundo (bomba inercial ou válvulas “Waterra”).



Figura 9 – Amostragem de água

Os furos serão preferencialmente amostrados pela técnica de “low-flow”, utilizando uma bomba peristáltica, com caudais de purga na ordem de 200–300 ml/min com monitorização no campo (cada 3 minutos) dos parâmetros temperatura (°C), pH, oxigénio dissolvido (mg/l) e condutividade elétrica (μ /cm) até estabilização destes parâmetros. Considera-se que a estabilização é alcançada quando para três intervalos de 3 minutos, se verificarem variações iguais ou inferiores às seguintes:

- condutividade elétrica ($\pm 3\%$);
- pH ($\pm 0,1$ unidades);
- O₂ dissolvido ($\pm 10\%$);
- turbidez tenha diminuído até se verificar idealmente água “transparente”.

Poderá não ser possível produzir amostras transparentes sobretudo em furos instalados em solos muito finos. Idealmente, durante a fase de purga, o nível de água não deve baixar mais de 30cm, e o caudal deve ser regulado (com caudal mínimo de 100ml/min), por forma a manter constante o nível de água.

Caso a posição do nível freático assim permita (max. 6–7 m de profundidade) a amostragem será feita com bomba peristáltica (com tubos de silicone e de polietileno descartáveis).

Em furos com nível freático mais profundo será utilizada bomba submersível em aço inox (bombas Fultz), recorrendo também com o método de baixo caudal.

Caso os piezómetros sequem durante o processo, o procedimento terá de ser alterado – deixando o furo a recuperar, fazendo-se depois a recolha de amostra com “bailer” descartável.

Não está prevista a filtragem e acidificação em campo das amostras.

Os frascos serão fornecidos pelo laboratório, e o seu envio para o dito laboratório será, se possível, no mesmo dia ou no dia útil seguinte, sempre condicionados com placas de gelo.

5.1.4 Controlo de qualidade

Todas as amostras de solos serão acondicionadas em frascos fornecidos e dedicados para o efeito e conservadas num frigorífico e enviadas posteriormente para o laboratório em caixas térmicas, juntamente com placas de congelação.

Todo o equipamento não-descartável utilizado na amostragem dos solos será descontaminado entre cada utilização. De referir que a técnica de “direct-push” utilizada para a amostragem dos solos minimiza os riscos de contaminação cruzada durante a furação, devido ao avanço em simultâneo do revestimento e do amostrador.

5.1.5 Métodos laboratoriais

As amostras serão analisadas pelo laboratório holandês SYNLAB, anteriormente denominado como Alcontrol Laboratories, o qual é certificado de acordo com a norma ISO 17025 para os vários métodos analíticos utilizados para a determinação dos parâmetros utilizados neste estudo. A acreditação da SYNLAB é registada sob o número L106, atribuída pela Dutch Accreditation Council.

5.1.6 Plano analítico (ensaio químicos)

Conforme referido em 4.1, o plano analítico seguiu as orientações do LNEC Abaixo encontra-se descrito o plano analítico, apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Plano analítico na matriz sólida e no eluato

COMPONENTE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (mg/kg)	Nº Ensaios a realizar (previsão)
Metais e outros elementos químicos		
Arsénio (As)	4,0	125
Cádmio (Cd)	0,30	
Crómio (Cr)	15	
Cobre (Cu)	5,0	
Cobalto (lixiviado)		
Mercúrio (Hg)	0,050	
Níquel (Ni)	3,0	
Chumbo (Pb)	13	
Zinco (Zn)	17	
Antimónio (Sb)	1,0	
Bário (Ba)	15	
Molibdénio (Mo)	1,5	
Selénio (Se)	0,70	
Estanho (Sn)	6,0	
Vanádio (V)	10	
Berílio (Be)	1,0	
Carbono Orgânico Total (COT)	1000	
Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)		
Fração C ₅ -C ₁₀	0,05 ou 0,5 ⁽²⁾	125
Fração C ₁₀ -C ₂₂	40	
Fração C ₁₀ -C ₁₆	40	
Fração C ₁₆ -C ₃₅	40	
Fração C ₃₅ -C ₄₀	40	
Fração Total C ₁₀ -C ₄₀	40	
BTEX		
Benzeno	0,05	125
Tolueno	0,05	
Etibenzeno	0,05	
Xileno	0,05	
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP)		
Naftaleno	0,05	125
Acenaftileno	0,05	
Acenafteno	0,05	
Fluoreno	0,05	
Fenantreno	0,05	

COMPONENTE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (mg/kg)	Nº Ensaio a realizar (previsão)
Antraceno	0,05	
Fluoranteno	0,05	
Pireno	0,05	
Benzo(a)antraceno	0,05	
Criseno	0,05	
Benzo(b)fluoranteno	0,05	
Benzo(k)fluoranteno	0,05	
Benzo(a)pireno	0,05	
Indeno (1, 2, 3-cd) pireno	0,05	
Dibenzo(a, h) antraceno	0,05	
Benzo (g, h, i) perileno	0,05	
Policlorobifenilos (PCB)		
PCB 28 (2,4,4'-triclorobifenilo)	0,01	125
PCB 52 (2,2',5,5'-tetraclorobifenilo)	0,01	
PCB 101 (2,2',4,5,5'-pentaclorobifenilo)	0,01	
PCB 118 (2,3',4,4',5'-pentaclorobifenilo)	0,01	
PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexaclorobifenilo)	0,01	
PCB 153 (2,2',4,4',5,5'-hexaclorobifenilo)	0,01	
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'-heptaclorobifenilo)	0,01	
Metais e outros elementos químicos (Eluato)⁽¹⁾		
Antimónio (Sb)	0,01	125
Arsénio (As)	0,01	
Cádmio (Cd)	0,01	
Chumbo (Pb)	0,01	
Bário (Ba)	0,003	
Cromo total (Cr)	0,01	
Cobre (Cu)	0,05	
Molibdénio (Mo)	0,01	
Níquel (Ni)	0,01	
Mercúrio (Hg)	0,002	
Selénio (Se)	0,01	
Zinco (Zn)	0,1	
Fluoreto (F ⁻)	2	

COMPONENTE	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO (mg/kg)	Nº Ensaios a realizar (previsão)
Cloreto (Cl)	10	
Sulfato (SO ₄ ²⁺)	10	
Carbono Orgânico Dissolvido (COD)	10	
Índice de Fenol	0,1	
Sólidos Dissolvidos totais	500	
Ensaios Adicionais ao plano base		
HCB (eventual)	A definir	30
ECOTOX (eventual)	A definir	10

(1) Lixiviação pela EN 12457-4.

(2) O limite de quantificação depende dos interferentes associados à matriz

Os parâmetros referidos no Quadro 8, foram definidos considerando as exigências necessárias, por forma a avaliar a contaminação, a perigosidade e admissibilidade em aterros de inertes (ou pedreiras) ou outras classes de aterros dos solos escavados.

Face ao volume de escavação previsto e o facto de todos os solos escavados serão removidos do local, considera-se necessário analisar este conjunto de parâmetros (Tabelas 2 e 3 da Decreto Lei nº 102/2020) em todas as amostras.

Em complemento aos ensaios sobre a fração sólida, serão realizados ensaios sobre as águas subterrâneas. Abaixo pode ver-se o plano analítico, apresentado no Quadro 9:

Quadro 9 – Plano analítico sobre as amostras de água

COMPONENTE	Nº Ensaios a realizar (estimativa)	
	Aluvião	Aterro
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP)	2	3
Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP)	2	3
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	2	3
Metais (x8)	2	3

Os parâmetros apresentados no Quadro 9, são os normalmente analisados para estudos de contaminação de solos e para suportar um pedido de licença de descontaminação, caso necessário. Estes seguiram as orientações definidas no documento “Medidas/Recomendações a adotar em matéria de licenciamento, acompanhamento da execução, fiscalização e inspeção de operações urbanísticas – vertentes avaliação e remediação do solo” – Publicado pela APA em julho 2019.

No caso dos metais a analisar, propõe-se a análise dos 8 metais standard em estudos de contaminação de solos, sendo eles: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn.

Podem ser alterados ou complementados para permitir uma comparação com os valores-limite na Edital da CML para o caso eventual de lançamento de águas residuais industriais na rede pública ou para comparar com valores-limites no DL 236/98.

De referir que a opção de recolha das 5 amostras de água, divididas entre o aterro e as aluviões, surge da eventual presença de dois aquíferos distintos e isolados entre si, situação que carece de confirmação local, durante os primeiros trabalhos a realizar. Assim, este princípio de recolha seletiva manter-se-á até confirmação em contrário, por forma a avaliar se a composição destes dois eventuais aquíferos é distinta.

Caso se verifique a existência de um aquífero único e livre entre estas duas unidades, propõe-se a instalação da zona crepinada na unidade "Aterro" sobretudo porque existe nesta unidade o maior risco de circulação de águas subterrâneas contaminadas dado o contato direto entre a mesma e potenciais fontes históricas ou atuais de contaminação, e ainda pelo facto de ser a própria camada de aterro com as concentrações mais elevadas de contaminantes. Neste cenário, não será de esperar o risco de uma eventual contaminação das águas subterrâneas mais profundas.

A eventual instalação da zona crepinada nas aluviões pode ser considerada no caso de se identificarem horizontes mais arenosos onde pode ocorrer transporte de contaminantes, sobretudo, caso exista a sua continuidade com potenciais fontes de contaminação.

5.1.7 Plano analítico (ensaios físicos)

Para uma melhor caracterização física da fração sólida, nomeadamente nos solos aluvionares, foram considerados os seguintes ensaios de identificação, conforme quadro seguinte.

Quadro 10 – Ensaios físicos sobre as amostras de solo

ENSAIO	Nº Ensaios a realizar (estimativa)	
	Aluvião	
Análises Granulométricas (com sedimentação da fração fina)	20	
Determinação da Densidades das partículas	20	

Sobre as amostras de água, nomeadamente aquelas recolhidas nas formações aluvionares e aterro estão previstos os seguintes ensaios físicos.

Quadro 11 – Ensaios físicos sobre as amostras de água

ENSAIO	Nº Ensaios a realizar (estimativa)	
	Aluvião	Aterro
Determinação da temperatura	5	5
Determinação Ph	5	5
Determinação da condutividade elétrica	5	5

De referir que todos os trabalhos de campo associados à recolha das amostras (solos e águas), bem como o seu tratamento, análise organolética, identificação e controlo de qualidade, serão desenvolvidos por técnicos especializados que acompanharão diariamente as equipas de sondagens, com garantia do cumprimento de todas as regras e orientações da especialidade.

No fim, após realizados todos os ensaios e recolhidos todos os dados relevantes, os mesmos serão compilados e analisados, e vertidos para o relatório final a apresentar.

METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I

VOLUME 6 - ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE GEO 000 000 MD 020001 0		
	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Alice Modesto		2024-10-11
Revisto	Sandra Ferreira		2024-10-11
Verificado	Sandra Ferreira		2024-10-11
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-11
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-11
	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	Raúl Pistone		2024-10-11



Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO	4
1.1	Elementos de referência	4
2	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	6
2.1	Geologia e Geomorfologia.....	6
2.2	Estrutura e Tectónica	10
2.2.1	Aspetos gerais.....	10
2.2.2	Estruturas e Acidentes Tectónicos Principais	11
2.3	Litologia	13
2.4	Sismicidade	16
2.5	Elementos para caracterização da ação sísmica.....	19
3	VULNERABILIDADE E PERIGOSIDADE	21
3.1	Vulnerabilidade Sísmica	21
3.2	Suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos e movimentos de massa.....	24
3.3	Carsificação.....	26
3.4	Inundação.....	27
4	PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, HIDROGEOLÓGICO E AMBIENTAL).....	28
4.1	Considerações Prévias.....	28
4.2	Sondagens Mecânicas de Furação	29
4.3	Carotagem de Muros	30
4.4	Poços de Prospeção	31
4.5	Ensaios “in situ”	31
4.5.1	Ensaios de Penetração Dinâmica do tipo SPT.....	31
4.5.2	Ensaios de corte rotativo com Molinete (“Vane Test”)	31
4.5.3	Ensaios com pressiómetro do tipo Ménard	31
4.6	Ensaios SCPTu	32
4.7	Ensaios sísmicos.....	32
4.8	Amostragem	32
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS TRABALHOS DE PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E ENSAIOS DE LABORATÓRIO	33
5.1	Trabalhos realizados	33



5.2	Carotes	34
5.3	Sondagens mecânicas de furação	36
5.4	Ensaios “in-situ”	49
5.4.1	Ensaios de Penetração Dinâmica Normalizada SPT	49
5.4.2	Ensaios de permeabilidade tipo Lefranc	56
5.4.3	Ensaios de permeabilidade tipo Lugeon	57
5.4.4	Ensaios Pressiométricos	62
5.5	Ensaios de laboratório (sobre amostras terrosas)	64
5.6	Ensaios de laboratório (sobre amostras rochosas)	76
6	CARATERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS.....	96
6.1	Considerações gerais e zonamento	96
6.2	Maçços terrosos	97
6.3	Parametrização geotécnica adotada nos maços terrosos	113
6.4	Maçço rochoso	114
6.5	Classificação geomecânica de maços rochosos	115
6.6	Classificação de bieniawski (RMR)	115
6.7	Geotechnical strength index (GSI)	116
6.8	Caracterização das descontinuidades singulares e sistemáticas	118
6.9	Escavabilidade	119
6.10	Parametrização geotécnica adotada nos maços rochosos	121



1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente documento tem por objetivo apresentar os estudos relativos às componentes de Geologia e Geotecnia do traçado do Prolongamento da Linha Vermelha do Metro de Lisboa entre São Sebastião e Alcântara, no âmbito do Projeto de Execução.

O prolongamento, com uma extensão de cerca de 4100m, inclui a construção de quatro estações – Campolide/Amoreiras, Campo de Ourique, Infante Santo e Alcântara. Contempla um viaduto sobre o vale de Alcântara, com perto de 300m de extensão, no qual se insere a estação terminal, sendo subterrâneo no restante desenvolvimento.

O presente Estudo tem por base variados elementos bibliográficos, destacando-se os elementos patenteados a concurso, elementos provenientes de estudos anteriores disponibilizados pelo Metropolitano de Lisboa e elementos da campanha de prospeção do Programa de Reconhecimento Complementar (Geológico-Geotécnico, Hidrogeológico e Geoambiental) apresentado em fase de Concurso, que se encontra em execução na presente data.

Integram este estudo, um conjunto de peças desenhadas com planta, perfil geológico-geotécnico e um conjunto de cortes efetuados no âmbito do reconhecimento da Muralha do Baluarte e da Muralha Transversal localizados junto à Calçada do Livramento.

1.1 Elementos de referência

As principais fontes de informação para este Estudo foram:

- Carta Geológica do concelho de Lisboa à escala 1:10.000, folha 3 (Direcção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal, 1985)
- Conceção / Construção Do Desnívelamento da Av. Duarte Pacheco, R. Joaquim de Aguiar e a Av. Fontes P. Melo, (Tecnofisil, 2003) [Túnel do Marquês];
- Cartografia e notícia explicativa da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (Folha 34-D Lisboa, INETI, 2006)
- Campanha de Prospeção do Prolongamento da Linha Vermelha, Estação de S. Sebastião/Futura estação de Campolide (ML, 2009)
- Estudo Geológico e Geológico e Geotécnico da Ligação Desnívelada entre a Linha de Cintura, a Linha de Cascais e o terminal de contentores de Alcântara (COBA, Ferbritas, Tis.pt, INTERGAUP, 2009)
- Estudo Geológico-Geotécnico do prolongamento da linha Amarela entre o Rato e o Cais do Sodré (ML, 2020)
- Relatório factual da campanha de prospeção geológico-geotécnica (Geocontrolo, Março 2022), adiante referido por RGG
- Estudo geológico-geotécnico, hidrogeológico e geoambiental do Lote 2 - Santos-Cais do Sodré,(COBA/JETSJ, 2022)
- Estudo Geológico do Estudo Preliminar (LVSSA ML PP GEO 000 000 MD 020001 0), 2022
- Programa de Reconhecimento Complementar do Prolongamento da Linha Vermelha, entre S. Sebastião e Alcântara (Metropolitano de Lisboa, 2024).



Metropolitano de Lisboa



- Publicações técnicas e científicas da especialidade.



2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

2.1 Geologia e Geomorfologia

A cidade de Lisboa faz parte da Orla Mesocenozóica Ocidental e é caracterizada pela alternância de rochas de diferentes litologias e idades geológicas. Toda a região é afetada por uma tectónica que lhe confere um relevo vigoroso e uma ampla litoestratigrafia, 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).

Os terrenos mais antigos, cujos afloramentos se encontram na encosta do vale de Alcântara, são predominantemente constituídos por calcários, calcários margosos e margas com níveis fossilíferos, e são o resultado da grande transgressão marinha do Cretácico Superior (97-91 Ma). Estas formações geológicas estão cobertas por formações mais recentes do Cretácico final de natureza vulcânica (escoadas basálticas e piroclastos do 'Complexo Vulcânico de Lisboa'), e por uma alternância de depósitos essencialmente detriticos (conglomerados, areias e argilas) de origem continental reunidos no designado 'Complexo de Benfica' (Paleogénico) e por níveis de areias, areolas, argilas e calcários, em proporções variáveis, ricas em fósseis animais e vegetais (Neogénico).

Os terrenos mais recentes são do Pliocénico e Quaternário e correspondem a sedimentos ainda pouco consolidados, essencialmente de natureza arenosa ou conglomerática, fluviais e continentais acumulados no rio Tejo e nas diversas linhas de água (ribeiras) que atravessam a cidade. Parte da zona ribeirinha da cidade de Lisboa foi conquistada ao rio e assenta sobre materiais de aterro que contribuíram para mudar a fisiografia natural do terreno.

Em termos geomorfológicos distinguem-se duas unidades:

Uma unidade corresponde a rochas do Complexo Carbonatado do Cenomaniano (calcários) e do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) - a sub-unidade dos calcários apresenta uma rede de drenagem dendrítica, radial a partir do núcleo de Monsanto, mais encaixada nesta litologia, condicionada pela fraturação; a sub-unidade dos basaltos inclui relevos relativamente suaves, com rede de drenagem mal definida e ocasionalmente imposta pelos calcários adjacentes, o relevo suave é interrompido por algumas quebras de declive decorrentes da erosão diferencial de piroclastos, intercalados com escoadas lávicas.

Outra unidade corresponde a planaltos com relevos suaves, com extensas áreas de topos aplanados, compreendendo a Formação de Benfica e a Série Miocénica. A erosão diferencial das várias litologias definiu o conjunto de relevos atual, com forte controlo litológico e estrutural, tradicionalmente referidos como as sete colinas de Lisboa.

Na Figura 2.1 apresenta-se a implantação do traçado sobre um extrato da Carta Geológica do Concelho de Lisboa.



Metropolitano de Lisboa



Figura 2.1 – Sobreposição de extrato da Carta Geológica do concelho de Lisboa à escala 1: 10.000, com indicação do traçado (sem escala), e legenda aplicável, sobre base de fotografia de satélite (*Google Earth*)



Neste contexto podem considerar-se as seguintes unidades litoestratigráficas:

Depósitos Superficiais (Holocénico)

- **Depósitos de aterro**

Apesar de não se encontrarem assinalados na carta geológica 1/10.000, os depósitos de aterro representam uma unidade geológica de cobertura geral da área em estudo, ocorrendo em toda a extensão do traçado.

Tratam-se de depósitos constituídos por materiais muito heterogéneos, predominantemente argilosos, arenosos ou argilo-arenosos, que podem conter blocos de grandes dimensões e, frequentemente, vestígios de atividade humana (pedaços de vidro ou cerâmica, materiais carbonizados).

- **Depósitos aluvionares**

Os depósitos aluvionares ocorrem na dependência da antiga ribeira de Alcântara, atualmente coletada no Caneiro de Alcântara, cerca do km 3+400. Corresponde a um enchimento aluvionar associados ao rio Tejo e a todas as linhas de água que a ele afluem. Tratam-se de depósitos de origem fluvial e caracterizam-se por uma grande irregularidade e complexidade na estratificação, verificando-se frequentemente alternância de fácies de forma lenticulares. São constituídos essencialmente por areias, argilas por vezes arenosas ou lodosas e lodos arenosos a argilosos.

Formações do Substrato

- **Miocénico - Argilas e calcários dos Prazeres**

A Série Miocénica onde se insere a presente formação geológica das Argilas e calcários dos Prazeres (M^1_i) (M_{Pr} na carta 34-D), compreende intercalações de formações detríticas e carbonatadas, dispostas em monoclinas, inclinando em geral suavemente para E-SE. Trata-se de uma unidade geológica constituída, essencialmente por argilitos, argilitos siltosos e margosos, margas e calcários.

- **Paleogénico – Formação de Benfica**

A Formação de Benfica (Zbyzewski, 1963), é constituída por depósitos continentais, ultrapassando 400 m de espessura. (Choffat, 1950) reconheceu 5 conjuntos que designou por assentadas (de baixo para cima):

Margas e argilas avermelhadas ou alaranjadas;

Conglomerados com blocos calcários;

Margas avermelhadas;

Calcários de Alfovelos cobertos por conglomerados;

Margas avermelhadas com pequenos calhaus rolados e alguns calcários.

A Formação de Benfica (Φ) (FB_f na carta 34-D), assenta de forma discordante sobre materiais do Complexo Vulcânico de Lisboa ou sobre calcários cretácicos.

- **Neocretácio - Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL)**

O Complexo Vulcânico de Lisboa é constituído por uma sucessão de derrames lávicos, de natureza basáltica (β), a que se associam a episódios efusivos, separados uns dos outros por níveis de materiais piroclásticos (brechas, aglomerados, tufos, cineritos e cinzas) formados na sequência da atividade explosiva dos episódios magmáticos (τ).



As formações de natureza basáltica (β) são caracterizadas essencialmente por basaltos olivínicos compactos, basaltos brechóides, basaltos vacuolares, por vezes muito fraturados.

As formações piroclásticas (τ) (β^1_p na carta 34-D) encontram-se representadas por tufos argilosos e compactos, por tufos brechóides compactos.

- **Cretácico - Complexo margo-calcário**
 - **Formação da Bica (Cretácico superior)**

A formação subjacente ao Complexo Vulcânico de Lisboa é constituída por um complexo sedimentar de génese continental atribuído ao Cretácico superior. Trata-se de um complexo de fácies calco-margosa fundamental, alternando o domínio do carácter calcário com o margoso em estratos com espessuras variáveis, desde finas a medianas. (C^3_c Calcários cristalizados com rudistas e calcários apinhados com *Neolobites vibrayenus*) (C^2_{Bi} Formação da Bica na carta 34-D).

O aspeto geral desta formação é compacto com passagens de zonas de dissolução (carsificação) e por vezes com cristalização de calcite. Observam-se também a existência de nódulos de sílex no seio dos calcários cristalinos desta formação geológica.

A formação da Bica contacta inferiormente com a Formação de Caneças, enquanto o seu limite superior se materializa através de uma superfície de paleocarsificação com os tufos do Complexo Vulcânico de Lisboa

- **Formação de Caneças (Cretácico inferior)**

Trata-se de uma unidade sedimentar, estratificada, constituída por alternâncias de calcários, margas, arenitos e dolomitos. Em função da natureza mais ou menos carbonatada das formações, que poderá variar lateralmente, podem ocorrer variações na espessura das formações e transições laterais de formações, nomeadamente de calcário margoso a margas calcárias a margas argilosas por diminuição do teor em carbonato. (C^2_c Calcários margosos e margas) (C^2_{cn} Formação de Caneças na carta 34-D).

As camadas têm atitude concordante com as camadas calcárias da Formação da Bica (Cretácico superior) que se lhe sobrepõem estratigraficamente.

Administrativamente o corredor em estudo abrange as freguesias de Avenidas Novas, Campolide, Campo de Ourique, Estrela, Alcântara e Ajuda. No trecho final interceta a ribeira de Alcântara, afluente do rio Tejo, que se encontra canalizada – Caneiro de Alcântara – e com o leito aterrado.

A Ribeira de Alcântara, instalada nos calcários cenomanianos, a jusante de Campolide, apresenta margens abruptas e talvegue muito encaixado. Apesar de o alinhamento do vale não coincidir com o da fraturação regional, corresponde neste local a zona intensamente fraturada, localizada na convergência das estruturas principais (anticlinal de Monsanto e anticlinal da Ajuda).

Do ponto de vista geomorfológico, o traçado insere-se numa região de planalto, até cerca do km 2+200, com cotas à superfície baixando gradualmente de 116m, em Campolide, para 90m, em Campo de Ourique. Desce depois a encosta da Lapa e das Necessidades, o vale da Cova da Moura, atualmente a avenida Infante Santo, e termina depois de atravessar o vale de Alcântara (cota mínima do terreno 5m). O relevo apresenta, portanto, um desnível acentuado que condiciona o traçado em perfil.

O traçado subterrâneo começa por acompanhar, a cotas elevadas, o planalto de Campolide, até à estação Amoreiras, sendo o recobrimento do túnel da ordem de 15 a 25m. Na zona mais elevada, aproximadamente ao km 0+100, a linha apresenta cotas máximas próximas dos 86m.



A rasante é descendente entre Amoreiras e Alcântara, com trainéis com inclinação próxima de 4%, e o túnel desenvolve-se a profundidades da ordem de 20 a 40m.

As cotas da rasante atingem valores mais baixos na aproximação do vale de Alcântara, cerca de 11m, com cota mínima de 9m no final do traçado.

2.2 Estrutura e Tectónica

2.2.1 Aspetos gerais

O território de Portugal continental localiza-se num ambiente tectónico responsável por uma significativa atividade neotectónica e sísmica.

A evolução geodinâmica regional é dominada por uma convergência lenta, cerca de 2mm/ano, das placas euroasiática e africana na direção NNW-SSE para NW-SE ao longo do segmento leste da fronteira de placas Açores-Gibraltar.

A diferença de comportamento geológico das várias unidades à deformação alpina é particularmente responsável pelos diferentes estilos tectónicos. Segundo Almeida (1991), O Complexo Carbonatado do Cenomaniano e o Complexo Vulcânico de Lisboa, reagiram de modo essencialmente frágil, originando fraturação mais intensa, enquanto a Série Miocénica sofreu deformação de natureza dúctil, onde predominam os dobramentos suaves. A Formação de Benfica tem comportamento intermédio, dada a elevada heterogeneidade deste material.

As formações Carbonatadas do Cenomaniano são as mais afetadas pela deformação frágil, originando fraturação mais intensa. Posteriormente o Complexo Vulcânico formou-se em fase tectónica distensiva e as fases tectónicas posteriores provocaram fraturação importante.

O conjunto do Complexo Carbonatado Cenomaniano e do Complexo Vulcânico dão origem às estruturas dominantes: o anticlinal de Monsanto, doma alongado no eixo WNW-ESSE, e o anticlinal da Ajuda, doma alongado no eixo ENE-WSW. Ambas as estruturas são complexas e estão muito fraturadas (Almeida, 1991).

Almeida, 1991 (in Berthou, 1973) considera o conjunto Monsanto-Ajuda como um horst enquanto o Vale de Alcântara corresponderá a um graben.

As fraturas mais importantes na zona de Lisboa, são paralelas às estruturas principais, cujas direções variam de N40°E a N50°E (Ajuda), N60°W a N80°W e N40°E a N30°E (Monsanto). De um modo geral, as fraturas subverticais correspondem a importantes movimentos de desligamento (Almeida, 1991).

A Formação de Benfica e a Série Miocénica depositaram-se na Bacia Terciária de Lisboa, parte da Bacia Tectónica Cenozóica do Tejo-Sado. A individualização da bacia iniciou-se no Terciário antigo, com o abatimento de origem tectónica da região e posteriormente enchimento por materiais oriundos das zonas periféricas, sendo que a subsidência da bacia é um fenómeno que possivelmente se mantém atuante (Carvalho, 1983).

Para Norte de Monsanto predominam as falhas com direção próxima N-S.

Na base da série, em particular no contacto com a Formação de Benfica, há algumas falhas importantes com orientação E-W.

2.2.2 Estruturas e Acidentes Tectónicos Principais

Lisboa situa-se junto à falha do Vale Inferior do Tejo e do Gargalo do Tejo.

Na área em estudo a principal estrutura geológica corresponde ao conjunto Monsanto-Ajuda que ocupa o setor sudoeste de Lisboa e se estende para norte. A parte oriental corresponde a estrutura monoclinial regular, inclinando suavemente para ESSE, localmente afetada por falhas.

Os acidentes tectónicos principais são:

- os mais antigos e mais importantes, com orientação preferencial NE-SW;
- outros, mais recentes, que apresentam direção transversal aos anteriores, NW-SE e E-W.

Segundo a carta neotectónica de Portugal à escala 1: 1 000 000 (Cabral e Ribeiro, 1988), Figura 2.2, verifica-se que não ocorrem falhas ativas, com potencial sismogénico que intersetem o traçado da obra.

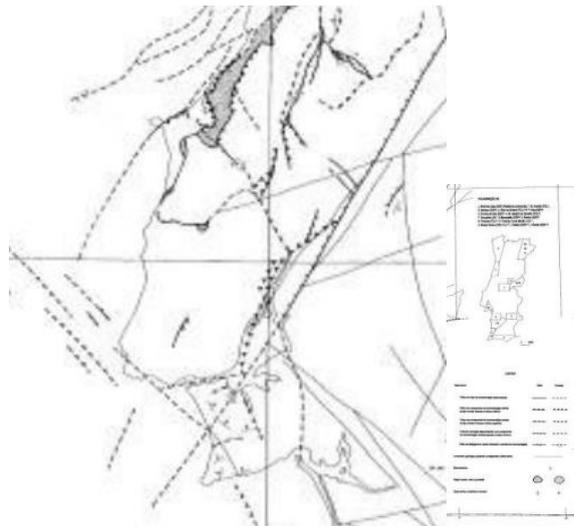


Figura 2.2- Carta Neotectónica de Portugal Continental à escala 1:1 000 000 (Cabral e Ribeiro, 1988).

No entanto, poderão ocorrer ao longo do traçado descontinuidades singulares no maciço rochoso, tratando-se de falhas, que representam zonas de fraqueza do maciço. Na carta geológica de Lisboa à escala 1:10 000 de (Moutinho,1986), surgem assinaladas diversas falhas que interseam o traçado. Para além das evidências na carta da Figura 2.3, foram identificadas outras zonas de fraqueza do maciço com indícios de alteração, tendo sido devidamente assinaladas e identificadas como falhas prováveis.



Figura 2.3 - Sobreposição de extrato da Carta Geológica do concelho de Lisboa à escala 1: 10.000 (Moitinho, 1986), com indicação do traçado (sem escala), e legenda aplicável, sobre base de fotografia de satélite (Google Earth)

Salienta-se ainda que derivado do processo de furação utilizado nas sondagens existentes e do sistema de fraturação intrínseco nestas formações do cretácico, podem existir aspetos de maior compartimentação da rocha, observados na caracterização das carotes das sondagens, que foram condicionados pelo próprio processo de furação, mas que à partida não têm uma relação direta com a existência de falhas ou com as características in situ das discontinuidades do maciço. Na Figura 2.4 e Figura 2.5 observa-se a mesma formação geológica, nomeadamente o Calcário fendilhado, em sondagens distintas com o mesmo processo de furação, em que numa foi possível amostrar o maciço integral e na outra ocorreu rotura pelas superfícies de fendilhação do maciço.



Figura 2.4 – Calcário Fendilhado observado na sondagem SC23- Pz, a partir dos 25.5 aos 28.0m.



Figura 2.5 - Calcário Fendilhado observado na sondagem SC34- Pz, a partir dos 30.90 aos 33.0m.

As falhas encontram-se representadas nas peças desenhadas em planta e perfil (LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021000 0 - LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021013 0), podendo sofrer ajustes na sua posição consoante os dados obtidos no decorrer da campanha de prospeção. Serão também analisadas nomeadamente todas as situações de falha provável assinaladas com recurso aos meios de investigação disponíveis.

2.3 Litologia

As formações interessadas pelo traçado são, das mais recentes para as mais antigas:

- Formações recentes (aluviões e aterros - a e At)
- Formação miocénica “Argilas e Calcários dos Prazeres” (M_{Pr})
- “Formação de Benfica” (Φ), do Paleogénico
- “Complexo Vulcânico de Lisboa” e intercalações vulcano-sedimentares (β^1 e β^1_p)
- Rochas carbonatadas cretácicas (C^2_{Bi} e C^2_{Cn}) – calcários cristalinos e /ou calcários margosos



Ao longo do túnel a formação carbonatada do Cretácico é claramente dominante, com troços interessando formações vulcânicas do CVL, e, na zona da estação Amoreira, da formação de Benfica. Nas estações, além das formações carbonatadas e vulcânicas do Cretácico, há a considerar os horizontes de aterro, a Formação de Benfica (estação Amoreiras), e a formação “Argilas e Calcários dos Prazeres” (estações Amoreiras e Campo de Ourique). No atravessamento do vale da ribeira de Alcântara, ocorrem ainda solos aluvionares.

A seguir descreve-se sumariamente as diversas litologias interessadas.

Aterros

Os aterros, associados ao modelado urbano, exibem distribuição e espessura variáveis, e são constituídos por depósitos de materiais muito diversos, de matriz predominantemente areno-siltosa ou argilo-siltosa, que podem conter fragmentos de dimensão e natureza variada (pedra, cerâmica, madeira, betão, etc.), dispersos, com espessura reconhecida geralmente da ordem ou inferior a 3-5m.

Merece destaque o aterro reconhecido na S26 (campanha de 2003), sob a rua Marquês de Fronteira, com cerca de 18m de espessura.

Na campanha mais recente salientam-se os aterros reconhecidos nas sondagens SC19 e SC21A, com espessura de 6,5 e 4m, respetivamente, e os aterros na dependência do vale da Avenida de Ceuta (SC25, SC26, SC26.1 e SC27), que atingem profundidades de 3 a 7,5m. Refere-se ainda que na sondagem SC26, foi interessada estrutura em blocos calcários de dimensão variada, envoltos em argamassa pobre, com restos de madeira na base, entre 5,1 e 7,0m de profundidade, que se presume corresponder ao Caneiro de Alcântara.

Os pavimentos são predominantemente betuminosos ou em calcário compacto (calçada portuguesa), com frequente camada de agregado britado de granulometria extensa na base.

Relativamente à compacidade e resistência dos depósitos de aterro, registou-se uma vasta gama de valores de N_{SPT} , com os valores mais altos relacionados com a presença de elementos grosseiros e pedregosos, não se considerando representativos desta unidade.

Aluviões

Os depósitos aluvionares intercetados estão associados ao vale da ribeira de Alcântara, que se encontra canalizada em toda a sua extensão em Lisboa - caneiro de Alcântara. Atualmente recobertos por aterro, ocorrem nas sondagens realizadas no vale da Avenida de Ceuta até profundidades que variam entre os 19,5m (SC25) e 31m (SC26.1).

São constituídos por intercalações arenosas e areno-siltosas, de granulometria variada, com argilas siltosas, com um horizonte de cascalheira na base.

Os ensaios SPT realizados na dependência destes materiais registaram valores compreendidos entre 3 e 60 pancadas nas camadas predominantemente arenosas; 3 e 12 pancadas nas camadas mais argilosas; 33 pancadas nos materiais grosseiros da base.

Argilas e calcários dos Prazeres

A formação “Argilas e Calcários dos Prazeres” surge na zona das Amoreiras (SC3 a SC9) e na zona de Campo de Ourique (SC12 a SC17), sob aterros.



Trata-se da unidade de base do Miocénico, ocorrendo sobrejacente à formação CVL e, na zona de Amoreiras, à Formação de Benfica. Caracteriza-se pela presença de: argilas siltosas, silto-arenosas e margosas; siltes argilosos e arenosos; areias silto-argilosas; margas calcárias e argilosas; calcarenitos fossilíferos (cascão); calcários gresosos e margosos.

Nos ensaios SPT obtiveram-se valores entre 10 e 60 pancadas, característicos de solos coesivos duros a rijos, correspondendo de um modo generalizado a um incremento de capacidade resistente em profundidade, com o topo mais descomprimido.

Formação de Benfica

A Formação de Benfica, de idade oligocénica, corresponde a um complexo detrítico, muito heterogéneo, constituído por espessas séries continentais de arenitos, arenitos conglomeráticos e brechas (fácies grosseira), intercalados por argilas, por vezes siltosas ou arenosas, e calcários margosos (fácies fina). Apresenta tipicamente uma coloração avermelhada a alaranjada. Ocorre na parte inicial do traçado, até cerca do km 0+900, sobreposta ao Complexo Vulcânico de Lisboa.

Na zona reconhecida em 2003, caracteriza-se pela presença de sedimentos arenoso e argilosos, por vezes com seixos dispersos, em camadas alternadas com espessura média de 1,5-2m; localmente foram intercetados níveis de arenito friável e cascalheira.

Na zona da estação Amoreiras, esta formação foi reconhecida nas sondagens SC1 e SC2, até 6m de profundidade, sob os aterros, e nas SC3 a SC7, às profundidades compreendidas entre 6 a 12m e cerca de 11 a 19m, subjacente ao Miocénico. Apresenta composição arenosa, areno-siltosa e silto-argilosa, com seixo fino a médio frequente, pontualmente de maiores dimensões, arenito de grão fino, carbonatado, e passagens siltíticas ocasionais. Na base verifica-se uma transição gradual para solo residual basáltico / brecha / tufo vulcânico.

Os resultados dos ensaios SPT realizados correspondem a terrenos coesivos muito duros a rijos, com valores entre 19 e 60 pancadas.

Complexo Vulcânico de Lisboa

O Complexo Vulcânico de Lisboa, de idade neocretácica, é constituído por uma sucessão de derrames lávicos com intercalações vulcano-sedimentares (tufos, brechas vulcânicas, etc). Surge aflorante ou subjacente às formações anteriores, cobrindo os calcários do Cenomaniano superior.

Corresponde essencialmente a duas tipologias: basaltos com veios calcíticos, cinzento escuros (com diferentes graus de alteração e fraturação) e tufos de granulometrias variáveis avermelhados. A composição muito variada condiciona o comportamento geotécnico. Os níveis lávicos correspondem a material rochoso de elevada resistência, cujo comportamento é determinado pela fraturação e grau de alteração. Os níveis piroclásticos, em geral mais alterados, comportam-se na maior parte dos casos como solos finos a granulares.

Esta formação segue-se em profundidade aos terrenos miocénicos e oligocénicos, e sobrepõe o substrato cretácico, ocorrendo em cerca de metade da extensão do traçado, do início até Campo de Ourique, a cerca do km 3+000 (SC22) e desde a sondagem SC33 à sondagem SC37 (zona de Monsanto/Ajuda).

Os tufos basálticos e basaltos decompostos em solo residual, apresentam valores de N_{SPT} entre



26 e 60 pancadas, característicos de solos muito duros a rijos, quando a sua composição é maioritariamente coesiva, ou solos medianamente compactos a muito compactos quando a sua fração predominante é granular.

Complexo carbonatado

O Complexo carbonatado, de idade cretácica, aflorante na encosta do vale de Alcântara e junto à Avenida Infante Santo, é representado pelas seguintes unidades:

- Calcários cristalizados com rudistas e calcários apinhoados com Neolobites vibrayeanos Formação da Bica (C2Bi) - constituídos essencialmente por calcários compactos a calcários cristalinos e com nódulos de sílex, por vezes carsificados, alternando com calcários apinhoados / nodulares, em regra com componente margosa no topo da unidade, alternando por vezes com margas e intercalações argilosas.
- Calcários margosos e margas - Formação de Caneças (C2Cn) - subjacente aos anteriores, constituídos por calcários margosos de coloração creme a acinzentada e margas de tons acinzentados escuros.

A Formação da Bica, que se segue ao CVL, compreende calcários nodulares, compactos e cristalinos esbranquiçados a amarelados, frequentemente com passagens e nódulos de sílex, ocorrendo ocasionalmente troços alterados em “terra rossa”, pontualmente brechas calcárias.

Corresponde a um maciço rochoso em geral resistente, cujo comportamento é fortemente condicionado pela fraturação, carsificação e presença de intercalações argilosas e ou margosas.

A Formação de Caneças intercetada nas sondagens interessa maioritariamente calcários margosos, por vezes argilosos.

Este dispositivo ocorre em toda a extensão do traçado, encontrando-se muito perto da superfície (apenas coberto por aterros ou aluvião) entre as sondagens SC20 e SC32 (Avenida Infante Santo e Avenida de Ceuta).

2.4 Sismicidade

No domínio da tectónica de placas Portugal continental situa-se na placa Euroasiática, limitada a ocidente pela dorsal do Atlântico Norte, e com proximidade geográfica à fronteira entre aquela e a placa africana, uma região que se estende de Gibraltar ao arquipélago dos Açores (zona de fratura Açores-Gibraltar) e que evidencia um mecanismo complexo de fronteira de placas (Figura 2.6).



Figura 2.6 – Enquadramento de Portugal no contexto da tectónica de placas (imagem disponibilizada no site do Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas do LNEC).

Em virtude deste contexto tectónico, o território português é afetado pela ocorrência de sismicidade interplaca assinalável, caracterizada por eventos de magnitude elevada a grande profundidade, com focos na região ao largo da costa Algarvia, a SW do Cabo de São Vicente e no banco de Gorringe, e períodos de retorno de centenas de anos. A atividade ao longo desse alinhamento, na zona de interação entre as placas Africana e Euroasiática, é persistente, com registo frequente de sismos com magnitude moderada.

Como exemplo de sismos resultantes desta atividade em zonas interplacas, destaca-se o sismo de 1 de novembro de 1755, seguido de maremoto, um dos mais destruidores, com magnitude aproximada de 8,75, de epicentro incerto, a sudoeste do Cabo de São Vicente, e o sismo de 28 de fevereiro de 1969, com magnitude 7,5, e epicentro no banco de Gorringe, que acabou por não afetar o território devido à sua grande distância.

A sismicidade observada em Portugal continental, de acordo com os registos históricos e instrumentais (os últimos a partir de 1902), exhibe, contudo, uma distribuição heterogénea, verificando-se a presença de zonas ativas fora da zona de influência da fronteira de placas (Figura 2.7).

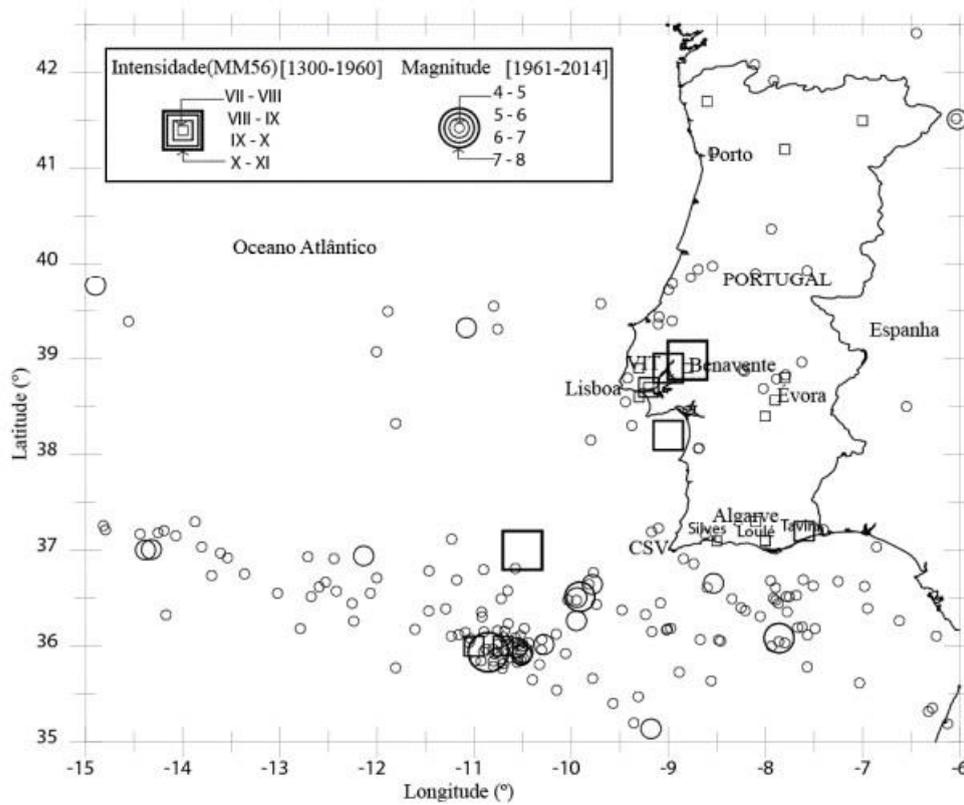


Figura 2.7 – Sismos mais significativos em Portugal continental e região Atlântica no período 1300-2014 (Ferrão C. et al, Estudo da sismicidade em Portugal no período 1300-2014, Universidade de Évora, 2015)

No contexto da atividade intraplaca, salientam-se as regiões de Lisboa e Vale Inferior do Tejo, Algarve e litoral Atlântico da zona Centro e Sul, sendo mais difusa no interior do país, com a região de Évora a destacar-se, e nem sempre associada a falhas conhecidas.

A atividade sísmica que afeta a região de Lisboa está, portanto, associada a duas zonas sismogénicas principais:

- uma zona afastada que corresponde à zona da fronteira Açores-Gibraltar, geradora de sismos de magnitude moderada a forte, responsável por sismos históricos importantes, entre os quais o destruidor terremoto de 1755.
- uma zona próxima, que inclui a região das bacias do baixo Tejo e Sado, onde se inclui a falha do vale Inferior do Tejo, situada a NE de Lisboa, e zona atlântica adjacente, produzindo sismos de magnitude moderada. Os sismos históricos de 1344, 1531, 1858 e 1909 (terremoto de Benavente), um dos sismos com registo instrumental de maior impacto, de magnitudes entre 6 e 7, por exemplo, tiveram epicentros na bacia do Vale Inferior do Tejo.

Apesar de as falhas no interior do continente originarem sismos de menor magnitude que os gerados na fronteira de placas, por se situarem a distâncias pequenas (baixa atenuação), são passíveis de provocar acelerações do solo ao mesmo nível ou até mais altas que as provocadas por sismos de maior magnitude, mas com epicentro mais afastado, como é o caso da região de Lisboa, como veremos adiante.

De acordo com a Carta de Intensidades Máximas sentidas em Portugal continental, Lisboa é caracterizada por sismicidade muito elevada, situando-se numa das regiões que sofreram maior intensidade sísmica, tendo-se verificado o grau IX de intensidade máxima, de acordo com a

escala de Mercalli modificada, com base nos registos até à atualidade compilados pelo antigo Instituto de Meteorologia (atual IPMA) (Figura 2.8).

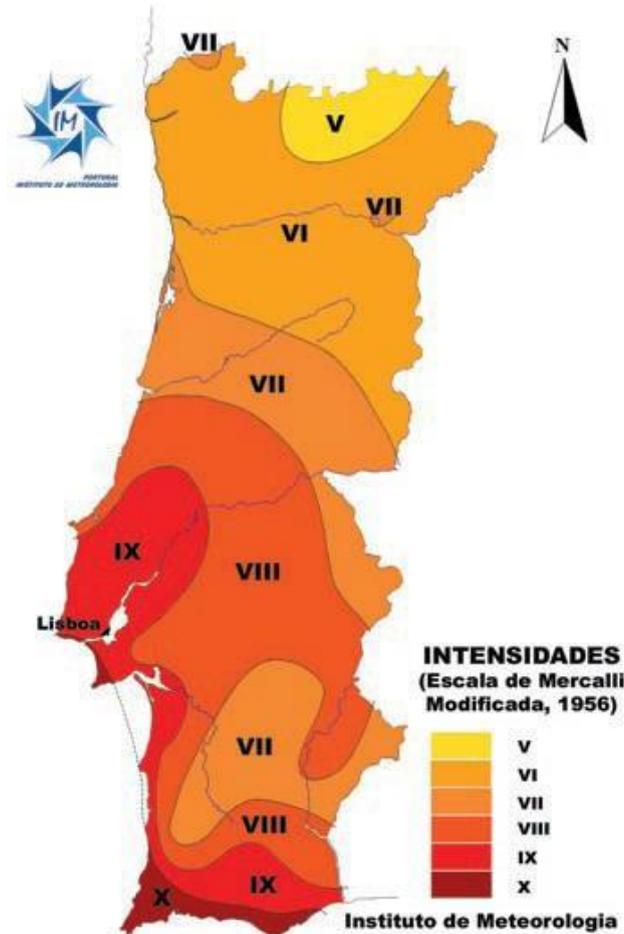


Figura 2.8 – Carta de Intensidades Máximas registadas em Portugal continental (sismicidade histórica e atual).

Segundo os estudos de Oliveira (1977), para um período de retorno de 1000, o valor máximo da aceleração na zona em apreço é $1,6 \text{ m/s}^2$; a velocidade e os deslocamento esperados no terreno são respetivamente $18,5 \text{ cm/s}$ e $8,5 \text{ cm}$.

2.5 Elementos para caracterização da ação sísmica

Relativamente à caracterização da ação sísmica, o Anexo Nacional do eurocódigo EC8 – *Projeto de estruturas para resistência aos sismos*, estabelece o zonamento sísmico de referência do território. Decorrente do facto de haver dois cenários de geração dos sismos que afetam Portugal, considera separadamente dois tipos de ação sísmica:

- ação sísmica tipo 1, que diz respeito ao cenário designado de “afastado”, correspondente a um sismo de maior magnitude a uma maior distância focal (cenário de geração interplacas), referente aos sismos com epicentro na região Atlântica;

- ação sísmica tipo 2, que representa o cenário de “sismo próximo”, sismo de magnitude moderada e pequena distância focal (cenário de geração intraplacas), referente em geral aos sismos com epicentro no território continental.

Os valores de referência da aceleração na base de um terreno tipo A (rocha) – a_{gR} – relativos a um período de retorno de 475 anos, ao qual se associa um coeficiente de importância unitário, são indicados no Anexo Nacional ao IC8, para as várias zonas sísmicas e para ambos os tipos de ação sísmica.

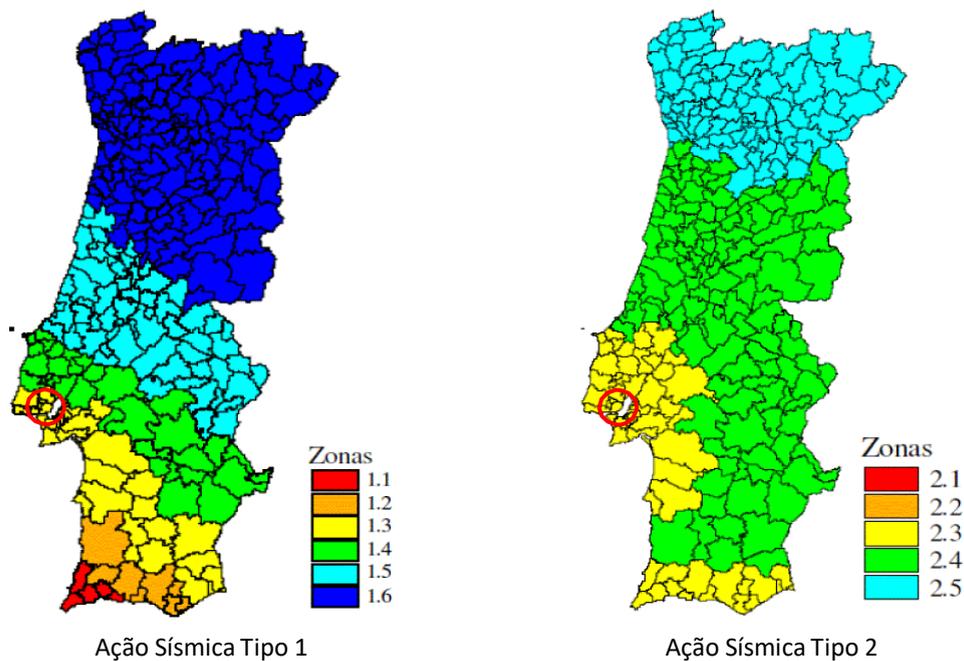


Figura 2.9 – Zonamento sísmico de Portugal continental estabelecido no Anexo Nacional ao EC8

De acordo com o zonamento sísmico apresentado na Figura 2.9, o concelho de Lisboa localiza-se nas zonas 1.3 e 2.3 do território continental, respetivamente para o cenário “afastado” e para o cenário “próximo”, às quais correspondem valores de aceleração de referência (a_{gR}) de $1,5m/s^2$ e $1,7m/s^2$.

O valor de cálculo da ação sísmica terá em conta a classe de importância das estruturas através da aplicação de um coeficiente de importância, ou seja, períodos de retorno mais elevados para estruturas mais relevantes.

Para ter em conta a influência das condições locais na ação sísmica, o EC8 considera os perfis de terreno do quadro abaixo.

Quadro 1 – Identificação do tipo de terreno (EC8).



Tipo de Terreno de Fundação	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		V _{s,30} (m/s)	NSPT (NP/30 cm)	Cu (KPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso que inclua no máximo 5 m de material mais fraco à superfície	>800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rijas, com espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas em profundidade.	360-800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rijas com espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros.	180-360	15-50	70-250
D	Depósitos de solos não coesivos de compactidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	<180	<15	<70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de V _s do tipo C ou D e espessura variando entre 5 e 20 metros, assente sobre um estrato mais rígido com valores de v _s superiores a 800 m/s			
S ₁	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (IP>40) e um elevado teor em água	<100 (indicativo)	-	10 - 20
S ₂	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S ₁			

Nota: o terreno deverá ser classificado de acordo com o valor da velocidade média das ondas de corte, V_{s,30}, se disponível. Caso contrário, deverá utilizar-se o valor de NSPT.

As formações rochosas do CVL e do Complexo Carbonatado correspondem a terrenos do tipo A, enquanto as formações com comportamento terroso do Miocénico, Eocénico-Oligocénico e CVL inserem-se nos terrenos dos tipos C e B. Os depósitos de cobertura recentes (aterros e aluviões) incluem-se nos terrenos do tipo E.

3 VULNERABILIDADE E PERIGOSIDADE

3.1 Vulnerabilidade Sísmica

O registo mais antigo de sismo significativo sentido em Portugal é de 63 a.C., e existem vários sismos históricos que afetaram o país nomeadamente os sismos de 1531 e 1755. No Quadro 2 estão representados os sismos que mais afetaram a cidade de Lisboa, de acordo com relatos históricos e registos instrumentais, com as respetivas estruturas ativas associadas, a Magnitude e a distância à cidade.

Quadro 2 – Resumo dos principais sismos na cidade de Lisboa.



Ano	Estrutura ativa	Magnitude (Ribeiro, 1989)	Distância à cidade de Lisboa (km)
-	“Gargalo” do Tejo	3	1
1531	Vale Inferior do Tejo	7,2	5-40
1755	Rotura simultânea no Gorringe e na Zona de Subducção Oeste-Ibérica	8,5-9,0	>120
1858	Zona de Subducção Oeste-Ibérica	7,2	>120
1909	Vale Interior do Tejo	6,5	5-40
1969	Gorringe	7,5	350

De acordo com as características do tipo de sismo os efeitos à superfície variam localmente consoante a estrutura geológica, a constituição litológica, a topografia local e o comportamento das camadas superficiais.

Relativamente à vulnerabilidade sísmica da cidade de Lisboa, de acordo com a Carta de Vulnerabilidade Sísmica (Figura 3.1) que tem por base os dados de sismicidade histórica, o efeito nos solos, o comportamento do edificado e a dinâmica populacional, os terrenos podem ser classificados em quatro classes:

- Muito Alta – onde ocorrem formações aluvionares (de natureza lodosa, arenosa e areno-argilosa) e os depósitos de aterro;
- Alta – onde predominam essencialmente areias consolidadas ou solos incoerentes compactos;
- Média – onde ocorrem formações argilosas consolidadas, rochas de baixa resistência ou solos coerentes rijos e rochas brandas;
- Baixa – surgem formações rochosas de resistência média a elevada.

Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos

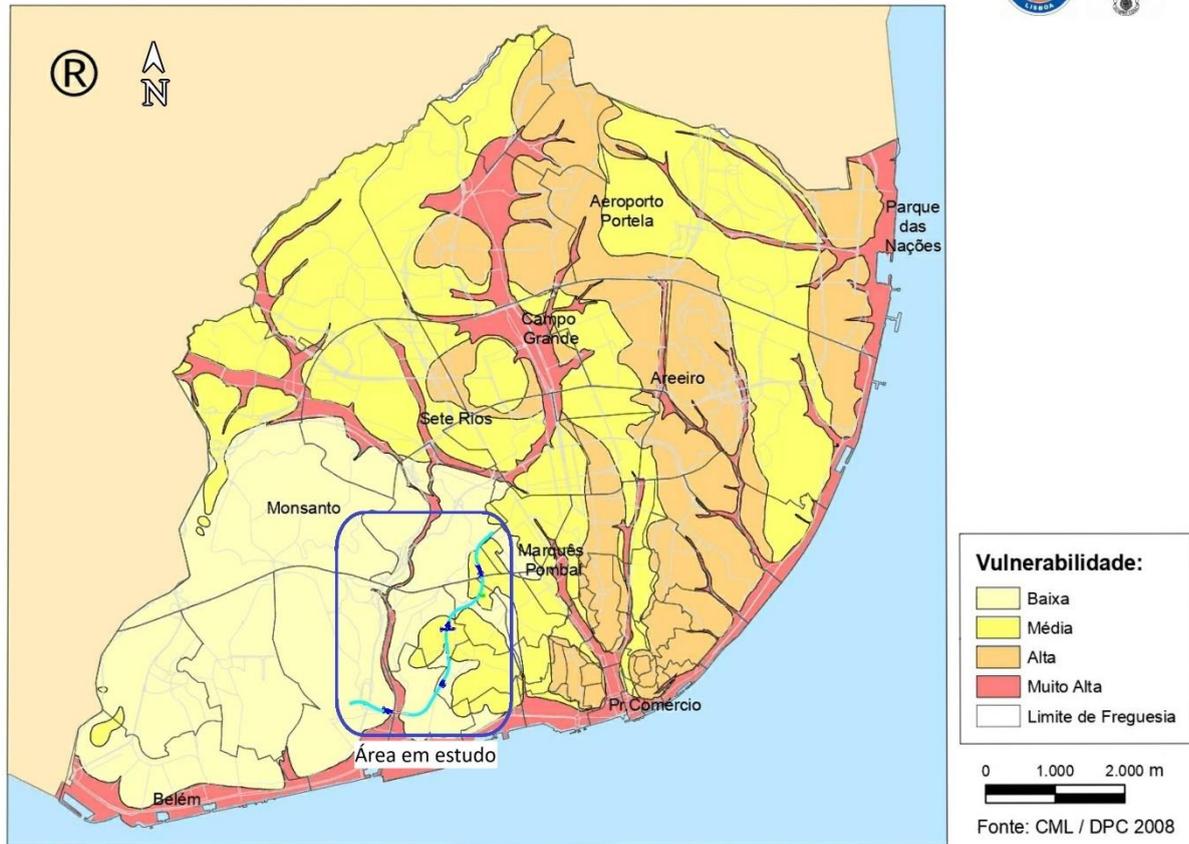


Figura 3.1 – Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos do concelho de Lisboa, com indicação da área em estudo e representação do traçado, e legenda aplicável. (SMPC de Lisboa)

Observando a área em estudo com a representação do traçado, Figura 3.1, verifica-se que o mesmo se desenvolve essencialmente em zonas de vulnerabilidade sísmica dos solos Baixa a Média, com uma passagem por uma zona Muito Alta onde será implantado o viaduto de Alcântara, isto devido à presença de solos aluvionares e a possibilidade de liquefação devido a sismos o que poderá causar danos consideráveis nas fundações das estruturas, quando fundadas nesta camada.

Na Figura 3.2 apresenta-se a carta de intensidades de Lisboa correspondente a um cenário sísmico gravoso - abalo de magnitude 8 na escala de Richter, com epicentro no Banco de Gorringe, assinalando-se a zona de implantação do traçado.

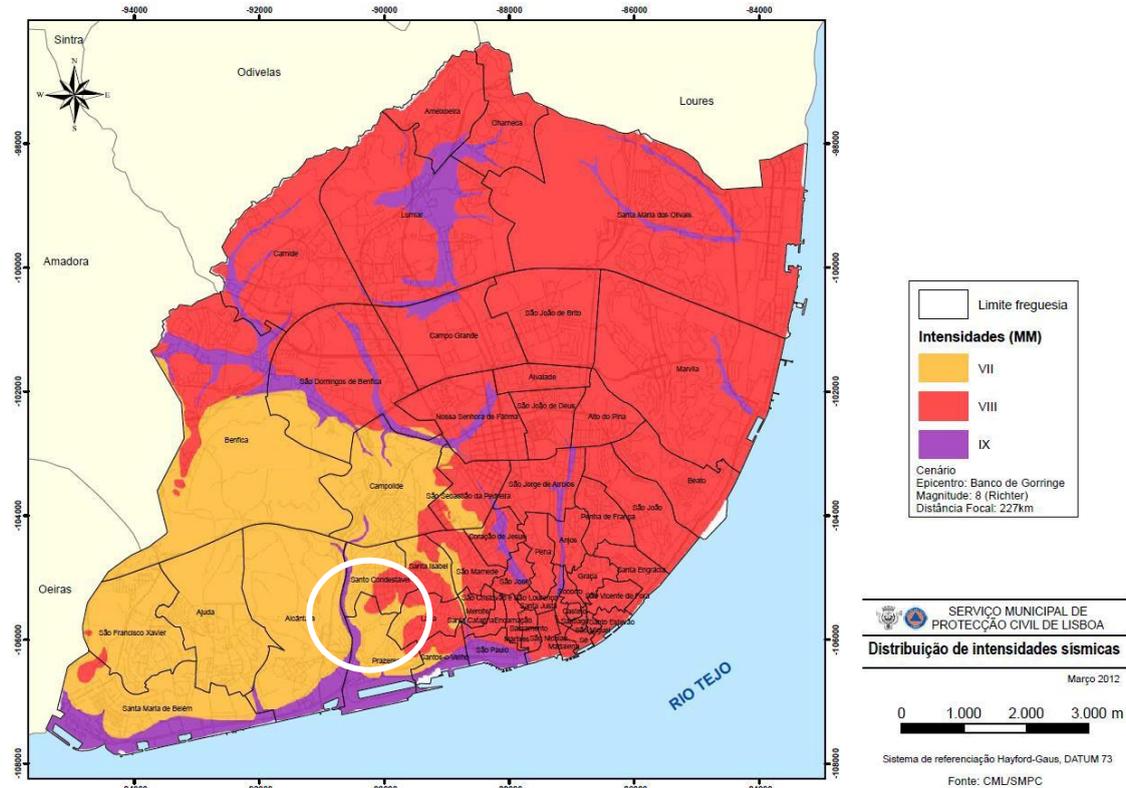


Figura 3.2 – Distribuição de intensidades no concelho de Lisboa (Fonte: Serviço Municipal de Protecção Civil da Câmara Municipal de Lisboa)

São notórias variações de intensidade em correspondência com as formações geológicas ocorrentes, verificando-se intensidades menores na zona ocidental da cidade (grau VII na escala de Mercalli modificada), onde ocorrem formações rochosas dos complexos vulcânico e carbonatado, enquanto na zona ribeirinha e vales correspondentes a antigas linhas de água, entre as quais a ribeira de Alcântara, as intensidades são mais elevadas (grau IX).

3.2 Suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos e movimentos de massa

Tendo a conta a morfologia e geologia da cidade de Lisboa, verifica-se que a ocorrência de movimentos de vertente em Lisboa se trata de um fenómeno frequente.

Do ponto de vista histórico, embora a ocorrência destes fenómenos seja frequente, estes têm adquirido dimensões e danos de grande dimensão. Porém, existem relatos de dois grandes eventos desta natureza, de grandes dimensões:

- A 22 de Julho de 1597, a ocorrência de um deslizamento no Sítio da Bica, na vertente da encosta das Chagas, na sequência de um sismo ocorrido na presente data.
- A 13 de fevereiro de 1621, o desmoronamento da encosta do lado de Santa Catarina, tendo a zona da Bica ganho a atual configuração em vale, causado por um sismo ocorrido na data.

A suscetibilidade de ocorrência de movimentos de vertentes encontra-se associada a diversos fatores, entre eles a natureza geológica das formações, a morfologia do terreno e a presença ou circulação de água.

A Carta de Suscetibilidade de Ocorrência de movimentos de massa em vertentes, Figura 3.3, identifica as áreas com maior suscetibilidade à ocorrência deste fenómeno. Baseou-se na informação existente acerca do comportamento geotécnico dos solos e dos maciços rochosos da cidade de Lisboa, no declive, posição do nível da água e nas situações de instabilidade conhecidas.

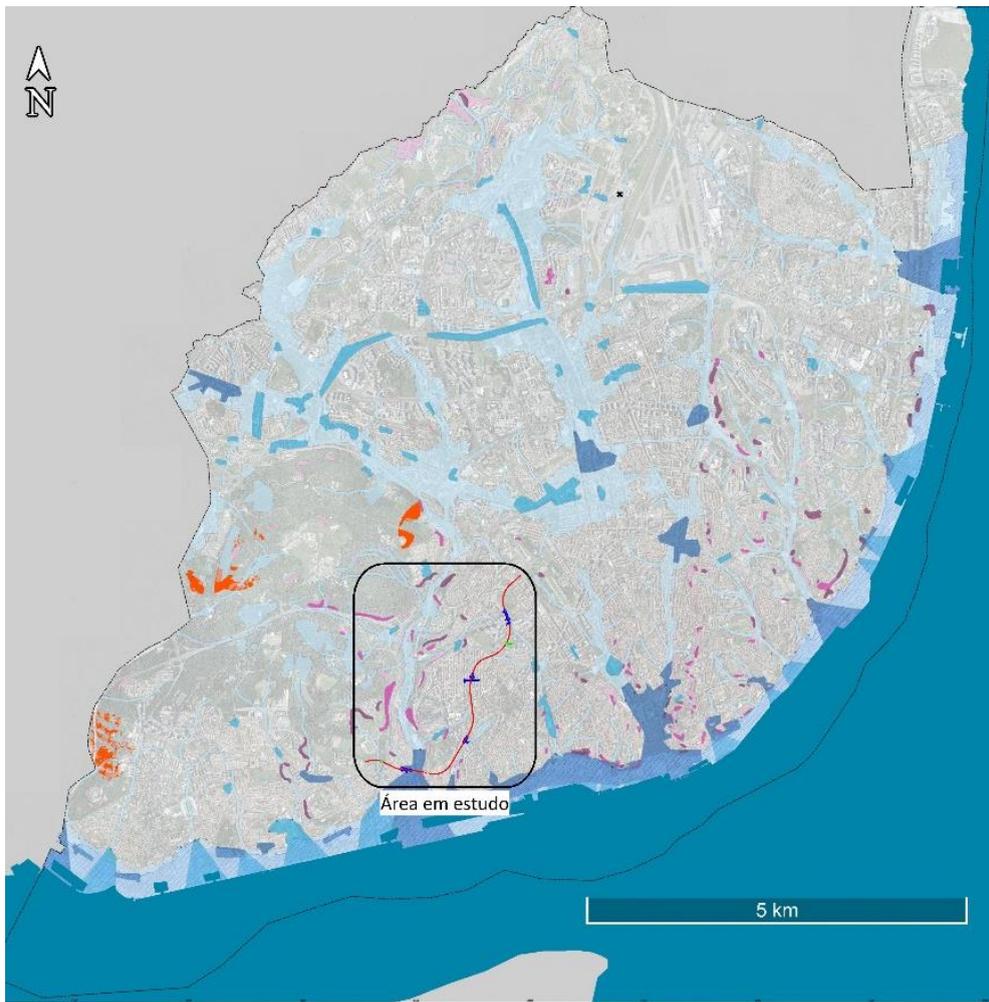
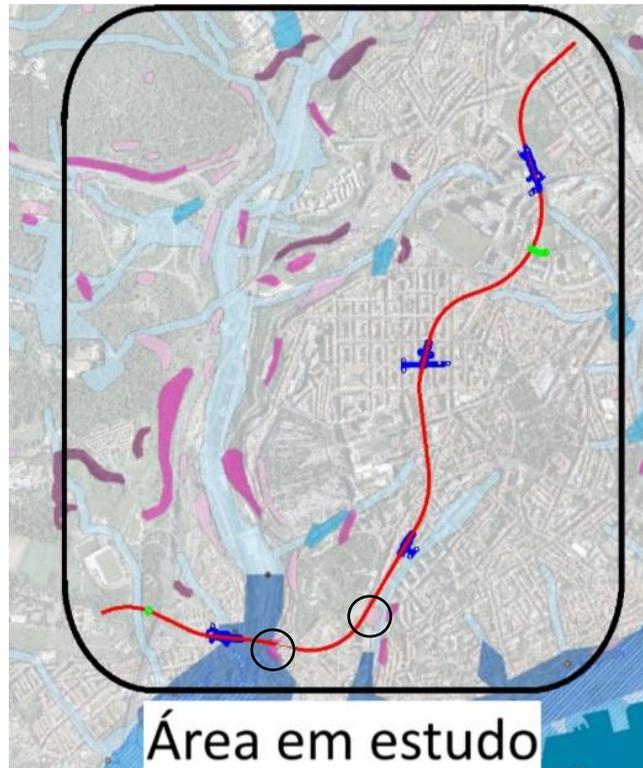


Figura 3.3 - Carta de Suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa em vertentes.



Suscetibilidade de Ocorrência de Movimentos de Massa em Vertentes



Figura 3.4 Zonas de suscetibilidade de ocorrência de movimentos de massa que interseam o traçado.

Na área em estudo verifica-se a ocorrência de uma zona com moderado potencial de ocorrência de movimentos de massa, devido à presença de uma escarpa com inclinação acentuada entre os edifícios da calçada do Livramento e a Rua da Costa. Outro fator que contribui para a elevada suscetibilidade, consiste no estado de degradação da Muralha do Baluarte que atua como contenção para o aterro e estruturas existentes no local da Casa de Goa. Estes dois casos serão devidamente monitorizados e instrumentados durante a fase de execução da obra, conforme definido no volume 40.

3.3 Carsificação

A carsificação é um fenómeno de dissolução química das rochas carbonatadas por águas superficiais e subterrâneas, nomeadamente de calcários, dolomitos e mármore. A dissolução das rochas carbonatadas ocorre devido à formação de “águas ácidas”, que se formam pela combinação de águas da chuva e superficiais com dióxido de carbono, o que resulta na formação



de ácido carbónico, que por sua vez possibilita a dissolução. Este tipo de fenómeno ocorre em grande escala em regiões com uma elevada pluviosidade, o que permite um fluxo de água suficiente para dissolver grandes porções de maciços carbonatados.

Este processo leva a um alargamento de fendas existentes levando à formação de um modelado cárstico que é constituído por vários tipos de cavidades como grutas, cavernas, canais subterrâneos, entre outros. A existência destas cavidades pode levar à ocorrência de colapsos, gerando subsidências que podem causar danos a construções superficiais, ou até mesmo o colapso de fundações, entre outros.

Na zona em estudo existem várias formações com conteúdo carbonatado, nomeadamente a Formação da Bica e a Formação de Caneças. Na parte final do traçado, na zona da Infante Santo, este fenómeno pode ocorrer com maior frequência, pelo que deverá ser acautelado nos projetos geotécnicos.

3.4 Inundação

A cidade de Lisboa está frequentemente associada a relatos de ocorrências de inundações que interferiram no seu normal funcionamento, provocam danos no parque edificado, em pontos vitais da cidade ou em infraestruturas.

Segundo o site da Câmara Municipal de Lisboa (CML), a vulnerabilidade da cidade, face a episódios de inundação, encontra-se associada à ocorrência de precipitação intensa (com efeitos ampliados no caso de coincidência com o período de preia-mar), à natureza geológica, ao tipo de relevo e ao elevado índice construtivo da cidade, ao qual está associado uma densa rede de coletores.

Tendo por base dados relativos à precipitação extrema fornecidos pelo Instituto de Meteorologia (IM) e na análise de eventos históricos de pedidos de socorro por inundação ao Regimento de Sapadores Bombeiros áreas prioritárias de intervenção da Brigada de Coletores e notícias diárias publicadas pela imprensa foi possível, à Câmara Municipal de Lisboa, através da simulação de diversos cenários potencialmente gravosos, a elaboração de uma carta de vulnerabilidade a inundações, permitindo conhecer o comportamento da cidade face à ocorrência de inundações, definindo-se as principais áreas críticas, classificadas como áreas de maior probabilidade

Deste modo, a vulnerabilidade à inundação foi avaliada em três classes: moderada, elevada e muito elevada.

Segundo a CML, as zonas mais afetadas pelas inundações em Lisboa coincidem normalmente com pontos cotados de baixa altitude e a faixa ribeirinha, sujeitos à influência das marés; áreas de elevado índice de impermeabilização; áreas não sujeitas a limpezas, desentupimentos e desassoreamento de valetas, sumidouros ou coletores; áreas coincidentes com obras de arte, do tipo passagem inferior (túneis).

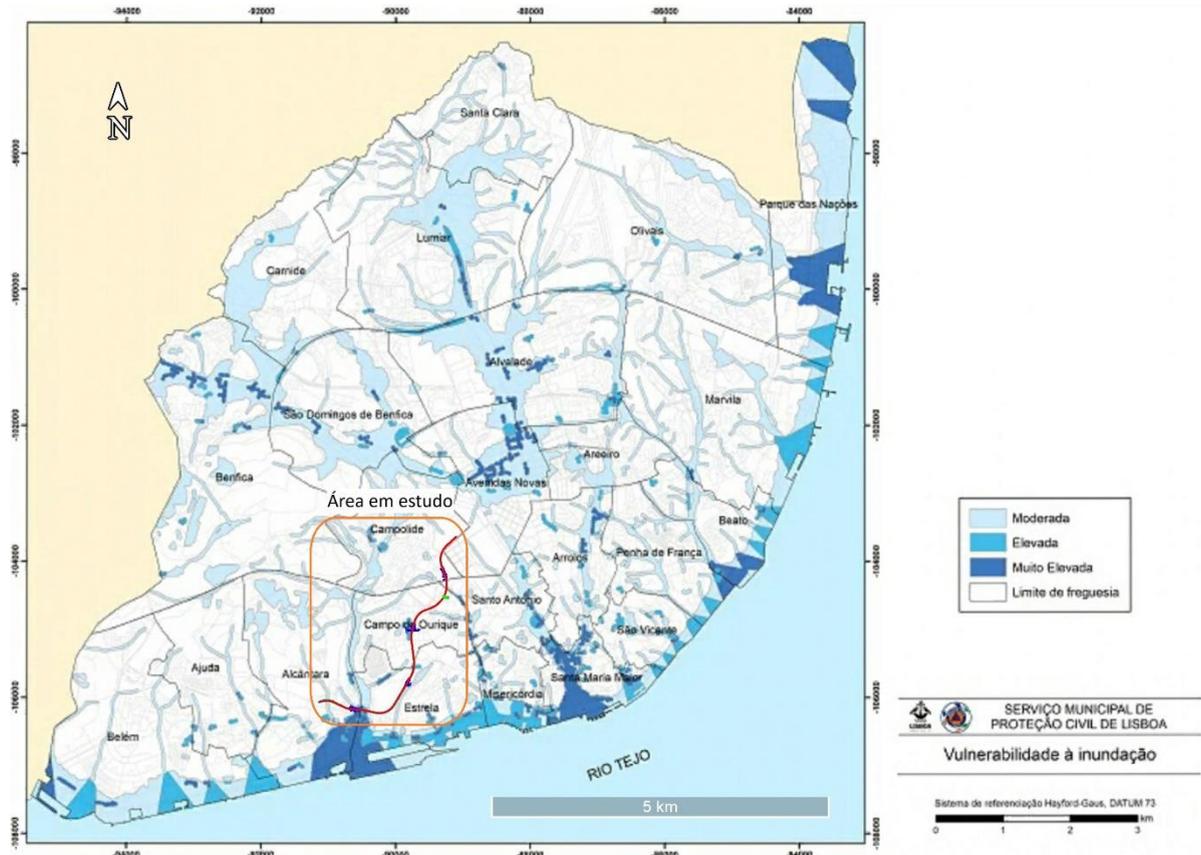


Figura 3.5 - Carta de Vulnerabilidade à Inundaçào do concelho de Lisboa, com indicaçào da área em estudo e representaçào do traçado, e legenda aplicável. (SMPC de Lisboa)

Relativamente à área em estudo, de acordo com a carta de vulnerabilidade a inundaçõe (Figura 3.5), na sua maioria não é afetada por inundaçõe. No entanto, existem alguns casos pontuais, nomeadamente em Campo de Ourique e Infante Santo, onde se encontra uma vulnerabilidade moderada, e na zona onde será o viaduto e estaçào de Alcântara, que se instaura numa zona de vulnerabilidade elevada a muito elevada.

4 PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, HIDROGEOLÓGICO E AMBIENTAL)

4.1 Consideraçõe Prévias

Na fase de projeto anterior, foram definidos um conjunto de trabalhos, expressos no Quadro 5, considerados que permitem elaborar uma adequada caracterizaçõe dos terrenos, em complementaridade com os trabalhos realizados em estudos anteriores, atendendo ao cumprimento dos objetivos necessários ao Projeto de Execuçõe. Estes trabalhos encontram-se em fase de execuçõe.



Embora no programa de reconhecimento complementar sejam contemplados trabalhos de caráter geológico-geotécnico, hidrogeológico e ambiental, no presente volume serão abordados em contexto geológico-geotécnico.

4.2 Sondagens Mecânicas de Furação

Em fase de estudo preliminar foi prevista a realização de um conjunto de 104 sondagens de furação, das séries SG, SHL e Poços de bombagem, cujo principal objetivo consiste na definição das características mecânicas e hidrogeológicas dos terrenos interessados pela obra que se encontram em execução, tendo sido consideradas no presente estudo as sondagens realizadas entre o km 3+688 e o km 4+097. No mesmo âmbito foram ainda executadas um conjunto de 25 sondagens geoambientais, tratadas em capítulo específico Volume 35.

Apesar do fácil reconhecimento das zonas a prospetar, a localização dos pontos a prospetar por vezes não o será, uma vez que no local de implantação das sondagens existem frequentemente serviços enterrados. Assim, em todos os trabalhos que envolvam perfuração/penetração, deverá proceder-se à deteção de serviços/infraestruturas enterradas, por forma a evitar a sua afetação e/ou danificação.

Para além desta situação, algumas destas zonas a prospetar enquadram-se em passeios e vias, que poderá implicar pontualmente a afetação temporária de uma das vias de circulação durante a realização das sondagens.

Como mencionado, importa reforçar em particular para o caso das sondagens, o caráter evolutivo subjacente à implementação do presente Programa, em que poderão vir a ser consideradas alterações ao programado em função dos resultados que se venham a obter.

Quanto ao tipo de furação, as sondagens serão executadas à rotação quer em solo quer em rocha. Na furação em solo adotar-se-á o melhor processo de trabalho por forma a obter a maior percentagem de recuperação possível em tarolo, em particular, quando se intercepta materiais de natureza argilosa. De igual forma, no sentido de minimizar a degradação dos materiais mais argilosos, deverá recorrer-se ao mínimo de fluido de circulação possível.

No decurso da furação e sempre que os materiais o permitam, serão realizados ensaios de penetração dinâmica normalizados, SPT.

Utilizou-se como critério base de definição da profundidade das sondagens, que estas se prolongassem 10 m abaixo da soleira das estruturas a construir, sendo que localmente também se consideram critérios de natureza geológica. Como regra geral considera-se para a definição da profundidade a atingir pelas sondagens que estas terminem quando se verificarem, cumulativamente, as seguintes condições:

- profundidade mínima abaixo do terreno natural;
- deverá garantir-se uma furação mínima de 5m no substrato ou 4 negas consecutivas no ensaio SPT (NSPT > 60).

O substrato ocorrente abaixo de aterros e/ou das formações aluvionares pode ser materializado quer por formações rochosas quer por materiais correspondentes a solos rijos e/ou rochas brandas.

De qualquer forma, estas condições de execução poderão ser ajustadas de acordo com o cenário geológico-geotécnico observado “*in situ*” no decorrer da campanha de prospeção.



Para cada sondagem será apresentado um gráfico onde se registará nomeadamente:

- a designação e localização da sondagem a que pertence;
- as cotas e coordenadas da boca do furo (M, P e Z);
- as datas do início e final de sondagem;
- o tipo de furação em profundidade e respetivos diâmetros utilizados;
- o tipo de equipamento utilizado e a tubagem eventualmente utilizada;
- a natureza dos terrenos atravessados;
- a profundidade de eventuais níveis de água subterrânea no final de cada dia de trabalho e em particular do nível estático sempre que exista, observado depois de uma paragem mais prolongada da furação;
- o número de pancadas nas duas fases dos ensaios SPT;
- observações do sondador durante a execução das sondagens, incluindo o comprimento de cada manobra;
- tipo e profundidade das amostras colhidas e dos ensaios realizados e resultados obtidos;
- e nos troços em que será contínua a recolha de amostra, indicar-se-á ainda:
- o estado de alteração do maciço;
- o grau de fracturação do maciço;
- a percentagem de recuperação e a compartimentação segundo o critério do RQD;
- todas as observações consideradas úteis para uma boa interpretação das sondagens.

As amostras recolhidas no amostrador de Terzaghi (associado aos ensaios SPT) deverão ser colocadas em embalagens adequadas, de forma a preservar, o melhor possível, as características “*in situ*”. Nestas embalagens constará o nome da obra, a designação da sondagem, a profundidade de recolha e o valor de N_{SPT} registado nas duas fases do ensaio.

Os tarolos recolhidos durante a furação à rotação serão acondicionados em caixas apropriadas e referenciadas com o nome da obra, a designação da sondagem e com as profundidades do troço a que se refere. Durante a campanha de sondagens serão entregues, assim que disponíveis, gráficos com a classificação geológico-geotécnica das sondagens, mesmo que provisórios.

No final da campanha de sondagens serão disponibilizados:

- suporte digital dos boletins das sondagens;
- cópia das partes diárias;
- registo fotográfico de cada sondagem.

4.3 Carotagem de Muros

Com vista à identificação da profundidade, tipo e espessura da fundação de estruturas antigas, serão executados um conjunto de carotes à rotação. As carotes serão realizadas de acordo com a orientação, inclinação e profundidade mínima indicadas em cada um dos casos, de modo a que cumpram o pressuposto estabelecido. Neste sentido, foram preconizadas 3 carotes na zona das



estruturas de suporte localizadas no Baluarte, nomeadamente na Muralha entre a Calçada do Livramento e a Travessa do Livramento.

4.4 Poços de Prospeção

Com vista ao reconhecimento da profundidade de fundação de edifícios e estruturas antigas, serão executados poços de reconhecimento de forma a atingirem a profundidade necessária para o cumprimento do propósito designado. Neste sentido, foram executados 4 poços de reconhecimento na zona da futura estação de Infante Santo, permitindo obter informações acerca das fundações dos edifícios que se encontram sobre a mesma. No Baluarte os poços de reconhecimento executados, tiveram como objetivo o reconhecimento do substrato rochoso.

4.5 Ensaios “in situ”

4.5.1 Ensaios de Penetração Dinâmica do tipo SPT

Preconiza-se que as sondagens sejam acompanhadas da execução de ensaios de penetração dinâmica, do tipo SPT com o amostrador de Terzaghi, espaçados de 1,5m ou sempre que haja uma mudança significativa na natureza dos terrenos.

Os ensaios serão realizados em duas fases, sendo a primeira correspondente à cravação dos primeiros 15cm do equipamento de ensaio, e a segunda fase aos restantes 30 cm. Em cada fase será registado o número de pancadas necessário à cravação do equipamento. De salientar que na segunda fase a indicação deste valor deverá ser pormenorizado, mostrando as pancadas necessárias à cravação do primeiro e segundo troço de 15cm desta fase.

4.5.2 Ensaios de corte rotativo com Molinete (“Vane Test”)

Encontra-se prevista também a realização “in situ” de 6 ensaios de corte rotativo com molinete (“vane test”), no interior de furos de sondagem, com o objetivo de determinar a resistência ao corte não drenada (S_u) dos aluviões.

Estes ensaios serão realizados ao longo das sondagens selecionadas, quando atravessarem materiais muito brandos a moles, fundamentalmente argilosos a lodosos.

4.5.3 Ensaios com pressiómetro do tipo Ménard

Prevê-se a realização de ensaios com pressiómetro do tipo Ménard visando a caracterização da deformabilidade do maciço.

Os ensaios pressiométricos deverão ser realizados a profundidades e em unidades distintas.

Com estes ensaios pretendem-se obter algumas das características de deformabilidade e resistência dos materiais - módulo pressiométrico de Ménard (E_M) e a pressão limite (P_{lim}) – bem como o valor da tensão horizontal *in situ* (σ_{h0}), de forma a se poder avaliar o K_0 das



formações e, conseqüentemente, dimensionar com maior rigor o tipo de suporte e a metodologia de escavação mais eficaz, e ainda obter uma ideia mais precisa dos impulsos laterais nas estruturas de contenção.

4.6 Ensaios SCPTu

Os ensaios SCPTu, permitem um registo contínuo do perfil vertical das aluviões, caracterizando devidamente os terrenos atravessados em termos de resistência (resistência de ponta, atrito lateral e razão de atrito e a velocidade de ondas S). A versão proposta, com medição da pressão intersticial, possibilita ainda a identificação e caracterização de eventuais níveis arenosos intercalados nos lodos, em geral com parâmetros de resistência mais elevados.

Os ensaios de penetração estática com medição da pressão intersticial (SCPTu) só deverão, em regra, ser dados por terminados, quando a capacidade do equipamento se esgotar ou se atingirem níveis de cascalheira na base dos depósitos. No entanto, estas condições poderão ser ajustadas de acordo com o cenário geológico-geotécnico observado “*in situ*”, admitindo-se que estes ensaios possam ter menor comprimento interessando apenas a zona superior das aluviões onde serão implantadas as estruturas a construir.

Para cada SCPTu, o boletim de ensaio indicará:

- a designação do ensaio e coordenadas (M, P e Z);
- a data de início e fim do trabalho;
- a descrição dos equipamentos utilizados;
- o registo da evolução da resistência de ponta, da resistência lateral local e da pressão intersticial em função da profundidade de cravação;
- o registo de aspetos do local que possam interferir com a cravação da ponteira, nomeadamente a profundidade de eventuais níveis de água e a presença de seixos ou blocos.

Tal como no caso das sondagens mecânicas de furação, também a execução dos SCPTU's deve ser precedida de um reconhecimento prévio para deteção de serviços/infraestruturas enterradas, por forma a evitar a sua afetação e/ou danificação.

4.7 Ensaios sísmicos

Tendo em vista a caracterização dinâmica das formações geológicas ocorrentes na zona dos aluviões do Vale de Alcântara, prevê-se a realização de um ensaio sísmico entre furos (*crosshole*), junto à sondagem SHL6 LNEC-Pz. Estes resultados, serão cruzados com os resultados obtidos a partir do módulo sísmico dos ensaios SCPTU.

4.8 Amostragem



No decorrer da execução das sondagens mecânicas, serão colhidas amostras indeformadas no interior das sondagens, com amostradores Shelby e Proctor-Moran, ou equivalente, de forma a permitir um diâmetro de amostras não inferior a 75 mm, sobre as quais serão executados ensaios de laboratório.

Em função das reais condições encontradas poderá existir a necessidade de ajustar as profundidades inicialmente definidas.

A escolha das amostras e ensaios a executar é efetuada em função das reais condições encontradas no decorrer da furação.

Todas as amostras deverão ser devidamente identificadas com o número da sondagem, profundidade de colheita, base e topo da amostra e data de colheita.

Para o manuseamento e proteção das amostras indeformadas de solos deve seguir-se a Especificação LNEC E218-1968, “Prospecção geotécnica de terrenos. Colheita de amostras”.

As amostras indeformadas, logo após a sua colheita, serão enviadas para laboratório para serem ensaiadas de acordo com o programa de caracterização laboratorial proposto

As amostras rochosas de natureza calcária, gresosa ou basáltica foram selecionadas pela equipa de Projeto a partir dos testemunhos das sondagens em face da sua qualidade e características geométricas, bem como dos requisitos mínimos necessários para os ensaios.

Da mesma forma, as amostras de material rijo mais argiloso deverão ser selecionadas diariamente dos testemunhos das sondagens, tendo em conta as indicações de profundidade de colheita e a sua qualidade. As amostras deverão ser de imediato parafinadas por forma a preservar as suas características e evitar a descompressão das amostras.

Para além da amostragem de solos e rochas, prevê-se também colher amostras de água para posterior análise química. A colheita das amostras de água deverá ser realizada após a colocação dos tubos piezométricos nos furos de sondagem e a estabilização dos níveis piezométricos, por forma a evitar colher águas turvas resultantes do processo de furação e execução de ensaios *in situ*.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS TRABALHOS DE PROSPEÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA E ENSAIOS DE LABORATÓRIO

5.1 Trabalhos realizados

No presente capítulo faz-se um resumo dos trabalhos de prospeção, os ensaios *in situ* e os ensaios de laboratório realizados com o objetivo de caracterizar do ponto de vista geológico-geotécnico os terrenos interessados pelo traçado do prolongamento da ligação da Linha Vermelha, de São Sebastião a Alcântara, com cerca de 4+097 km's de extensão.

A campanha de prospeção geotécnica, da fase de Concurso (Estudo preliminar) teve como objetivo a caracterização geológico-geotécnica dos terrenos ocorrentes ao longo do traçado subterrâneo e na zona do viaduto de Alcântara, bem como dos locais previstos para inserção das estações de Amoreiras, Campo de Ourique, Infante Santo e Alcântara, definindo o modelo geológico-geotécnico que lhes está associado e conseqüentemente a definição de parâmetros de projeto. Partindo dessa base de informação, foi desenvolvido o presente Estudo geológico, para a Fase de Estudo Prévio.



No Quadro 3 encontram-se sintetizados todos os trabalhos de prospeção geotécnica e ensaios in situ tidos em consideração na elaboração do presente Estudo Prévio.

Os trabalhos realizados são apresentados num conjunto de peças desenhadas constituídas por plantas e perfis longitudinais geológico-geotécnicos ao longo do traçado.

Quadro 3 - Quantidades de trabalhos realizadas no âmbito do Estudo preliminar do processo de Concurso

Trabalhos de Prospeção	CAMPANHA DE PROSPEÇÃO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ESTAÇÃO DE S. SEBASTIÃO/FUTURA ESTAÇÃO DE CAMPOLIDE (ML, 2009)	CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO, HIDROGEOLÓGICO E AMBIENTAL)
Sondagens	13	41	10
Ensaio SPT	94	165	26
Ensaio Pressiométricos	-	28	2
Ensaio Lefranc	-	17	4
Ensaio Lugeon	19	28	44
Carotes	-	-	3
Poços de Reconhecimento	-	-	4

5.2 Carotes

Com o objetivo de identificar a profundidade de fundação atingida pela muralha do Baluarte e pela Muralha do Transversal, que integram o Baluarte do Livramento, serão efetuadas 3 carotes. A estrutura referida trata-se de uma muralha do século XVII, que teve origem na arquitetura militar portuguesa, considerada potencialmente instável do ponto de vista de ocorrência de movimentos de massa, devido ao seu estado de conservação.



Figura 5.1 À esquerda, Muralha Transversal (vista a partir do interior do edificado). À direita, a Muralha do Baluarte e a Guarita (vista a partir de Norte), agregada ao edificado.

No sentido de caracterizar a estrutura e respetiva fundação, serão executadas 3 carotes com inclinações de 45º (C1 e C6) e 63º (C2). As carotes serão realizadas em 3 locais distintos, de modo a obter a caracterização espacial do edificado, sem a perturbação do mesmo. No desenho LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021013 0 encontram-se 3 cortes tipo, efetuados preferencialmente no alinhamento das carotes, com o reconhecimento da Muralha Transversal e da Muralha do Baluarte, considerando as sondagens arqueológicas efetuadas no local.

A Carote C1, foi realizada no interior da Casa de Goa, onde se encontra a muralha Transversal. A carote intersectou na sua totalidade a muralha, tendo-se atingido imediatamente abaixo da estrutura substrato calcário, que surge ao 2.8m de comprimento ao longo da carote. Verificou-se ainda que a muralha é constituída essencialmente por calcário com argamassa cinzenta.



Figura 5.2 – Fotografia da caixa com a carote C1.

A Carote C6 foi realizada na Muralha sudoeste com uma inclinação de 45°, a partir das traseiras de um edifício existente, localizado junto à muralha. Dadas as implicações face ao estado de instabilidade em que se encontra a muralha e às limitações da carotagem em estruturas às profundidades exigidas, foi atingida a profundidade máxima de 7.60m. Neste sentido, apenas foi possível inferir acerca da natureza da mesma, não tendo sido possível inferir acerca da espessura da mesma e tipo de fundação.



Figura 5.3 Fotografias da caixa com a carote C6.

5.3 Sondagens mecânicas de furação

Com o objetivo de avaliar as características geotécnicas em profundidade dos terrenos atravessados pela obra subterrânea foram, na fase de Estudo Preliminar para o Concurso,



realizadas um total 41 sondagens mecânicas à rotação, acompanhadas da execução sistemática de ensaios SPT no atravessamento de horizontes terrosos ou brandos e da recolha integral de tarolos de maciço rochoso. Com o avanço em profundidade realizaram-se também ensaios de permeabilidade do tipo Lefranc e do tipo Lugeon, respetivamente, nos níveis terrosos e rochosos, e ensaios com pressiómetro de Ménard. Para além dos trabalhos de prospeção executados na fase de estudo preliminar, foram ainda consideradas sondagens executadas no âmbito da expansão da Estação de São Sebastião e a Futura Estação de Campolide e ainda sondagens realizadas no âmbito do programa de prospeção complementar que se encontra a decorrer e no qual se prevê a execução de 61 sondagens geotécnicas, sondagens hidrogeológicas e sondagens ambientais. Perfazendo um total de 57 consideradas na elaboração do presente Estudo geológico-geotécnico.

Na campanha de prospeção realizada em fase de estudo preliminar, as sondagens alcançaram profundidades variáveis, entre 7m, na sondagem SC26 (profundidade limitada devido à interceção de uma estrutura) e 55,0m, ultrapassando em pelo menos 8-10m a cota de implantação do túnel. Em 24 destas sondagens foram instalados tubos piezométricos de circuito aberto com $\varnothing=50\text{mm}$.

No plano de prospeção complementar que se encontra a decorrer até à data, estão previstas sondagens com um máximo de 68 m de profundidade, na zona da estação de Infante Santo.

No quadro abaixo resumem-se as características das sondagens realizadas, designadamente as litologias atravessadas, piezómetros instalados e ensaios efetuados. No quadro abaixo resumem-se as características das sondagens realizadas, designadamente as litologias atravessadas, piezómetros instalados e ensaios efetuados.

No presente estudo foram ainda contemplados os elementos já executados, no âmbito do atual Plano de Prospeção geológica, geotécnica, geoambiental e hidrogeológica, nomeadamente as sondagens executadas no troço entre o km 3+688 e o km 4+097.



Quadro 4 – Resumo das sondagens realizadas (Campanha Geológico-Geotécnica)

Estudos	Sondagem	Troço/Estação	Localização aproximada (km)	Coordenadas		Profundidade (m)	Amostra intacta (Prof.)	Ensaaios In situ				Instrumentação instalada
				M	P			N _{SPT}	Pressiometro Menard	Lefranc	Lugeon	Piezómetro
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC1	Amoreiras	0+550	- 89376.36	- 104125.37	36,0	-	5	-	1	4	-
	SC2PZ	Amoreiras	0+550	- 89336.37	- 104124.41	35,5	-	3	3	3	1	X
	SC3PZ	Amoreiras	0+640	- 89311.91	- 104218.92	41,2	-	2	3	2	3	x
	SC4	Amoreiras	0+675	- 89327.91	- 104264.58	35,5	3,0 – 3,6	4	-	1	4	-
	SC5PZ	Amoreiras	0+680	- 89257.46	- 104246.42	34,0	1,5 – 2,1	2	7	1	2	-
	SC6PZ	Amoreiras	0+740	- 89297.73	- 104319.23	36,2	-	3	3	2	1-	x
	SC7PZ	Troço T84	0+800	- 89258.45	- 104374.72	35,5	-	2	-	-	2	x
	SC8PZ	Troço T84/PV1	1+000	- 89261.36	- 104580.89	40,0	-	3	-	2	3	x
	SC9	Troço T84	1+025	- 89325.65	- 104586.96	42,5	-	6	-	1	1	-
	SC10PZ	Troço T84	1+150	- 89404.32	- 104687.14	42,2	-	3	-	-	2	x
	SC11	Troço T84	1+270	- 89515.07	- 104730.65	44,3	-	3	2	-	2	-
	SC12	Troço T84	1+350	- 89584.44	- 104764.34	50,0	-	4	-	-	-	-
	SC13	Troço T84/Estação	1+490	- 89727.31	- 104832.55	42,0	-	6	-	-	3	-
	SC14PZ	Estação Campo de Ourique	1+769	- 89786.59	- 105027.56	48,0	-	5	-	-	5	x
	SC15PZ	Estação Campo de Ourique	1+690	- 89718.54	- 105049.68	48,0	3,0 – 3,6	3	-	1	5	x



Estudos	Sondagem	Troço/Estação	Localização aproximada (km)	Coordenadas		Profundidade (m)	Amostra intacta (Prof.)	Ensaio In situ				Instrumentação instalada
				M	P			N _{SPT}	Pressiometro Menard	Lefranc	Lugeon	Piezómetro
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC16	Estação Campo de Ourique	1+740	- 89818.73	- 105050.34	48,0	3,0 – 3,6 6,0 – 6,6	9	2	1	5	-
	SC17PZ	Estação Campo de Ourique	1+800	-89801.2	- 105138.08	47,3	3,5 – 4,0 4,0 – 4,5	9	4	-	-	x
	SC18PZ	Estação Campo de Ourique	1+620	- 89733.43	- 104969.53	50,0	-	5	-	-	-	x
	SC19	Troço 83	1+970	- 89786.31	- 105310.95	51,0	-	6	-	3	3	-
	SC20PZ	Troço 83/Pv2	2+090	- 89796.15	- 105424.33	52,0	-	4	-	-	3	x
	SC21	Troço 83	2+260	- 89749.05	- 105607.32	55,0	-	4	-	-	-	-
	SC21A	Troço 83	2+440	- 89822.86	- 105765.81	55,0	-	5	-	-	-	-
	SC22	Troço82	3+020	- 90134.61	- 106250.86	36,0	-	1	-	-	-	X
	SC23PZ	Troço 82/PV3	3+180	- 90292.24	- 106272.26	28,0	-	1	-	-	-	X
	SC24	Troço 82/Viaduto	3+240	- 90357.72	- 106262.16	24,0	-	-	-	-	2	-
	SC25	Troço T82/Viaduto	3+370	- 90483.65	- 106240.55	40,4	5,0 – 5,6 5,6 – 6,2	13	-	-	1	-
	SC26.1PZ	Troço T82/Viaduto	3+390	- 90507.21	- 106234.17	40,0	27,1 – 28,1 28,1 – 29,2	19	2	2	-	X
	SC26	Troço T82/Viaduto	3+400	- 90503.64	- 106234.83	7,0	-	2	-	-	-	-
	SC27PZ	Troço T82/Viaduto	2+530	- 90567.74	- 106211.16	40,1	-	6	1	-	1	X
SC28PZ	Troço T82/Viaduto	2+900	-89862.8	- 105851.18	35,0	-	-	-	-	-	X	



Estudos	Sondagem	Troço/Estação	Localização aproximada (km)	Coordenadas		Profundidade (m)	Amostra intacta (Prof.)	Ensaio In situ				Instrumentação instalada		
				M	P			N _{SPT}	Pressiometro Menard	Lefranc	Lugeon	Piezómetro		
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC29PZ	Estação Alcântara /Viaduto	3+590	-90690.8	-	106231.35	25,0	-	1	-	-	2	X	
	SC30PZ	Estação Alcântara /Viaduto	3+500	-90611.9	-	106242.87	25,2	-	-	-	-	2	X	
	SC31PZ	Estação Alcântara /Viaduto	3+550	-	90629.99	-106207.5	35,0	-	1	-	-	-	X	
	SC32PZ	Troço T81	3+620	-	90727.26	-	106200.82	20,0	-	1	-	-	X	
	SC33PZ	Troço T81	3+750	-	90853.04	-106159.9	30,4	-	7	-	-	-	X	
	SC34	Troço T81	3+850	-	90921.13	-	106131.81	35,3	-	4	-	-	-	
	SC35PZ	Troço T81/PV4	3+900	-	90972.24	-	106100.43	35,0	-	4	2	1	4	X
	SC36PZ	Troço T81	3+950	-	91043.37	-	106081.54	38,0	-	9	-	-	-	X
	SC37PZ	Troço T81	4+080	-	91150.36	-	106136.63	51,0	-	2	-	-	-	X
CAMPANHA DE PROSPEÇÃO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ESTAÇÃO DE S. SEBASTIÃO/FUTURA ESTAÇÃO DE CAMPOLIDE (ML, 2009)	S20	Troço T82	0+000	-	89093.56	-	103668.57	40	-	11	-	-	2	X
	S21	Troço T82	0+100	-	89161.34	-	103724.94	40,1	-	9	-	-	2	X
	S22	Troço T82	0+125	-	89209.23	-	103767.17	40,2	-	9	-	-	2	X
	S23	Troço T82	0+200	-	89253.48	-	103806.57	40,15	-	6	-	-	2	X
	S24	Troço T82	0+250	-	89293.24	-	103853.94	40	-	10	-	-	2	X
	S25	Troço T82	0+250	-	89314.61	-	103838.68	40,25	-	8	-	-	2	X



Estudos	Sondagem	Troço/Estação	Localização aproximada (km)	Coordenadas		Profundidade (m)	Amostra intacta (Prof.)	Ensaios In situ				Instrumentação instalada
				M	P			N _{SPT}	Pressiometro Menard	Lefranc	Lugeon	Piezómetro
CAMPANHA DE PROSPECÇÃO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ESTAÇÃO DE S. SEBASTIÃO/FUTURA ESTAÇÃO DE CAMPOLIDE (ML, 2009)	S26	Troço T82	0+300	- 89345.07	- 103892.42	40,4	-	13	-	-	2	X
	S27	Troço T82	0+300	- 89345.07	- 103892.42	40,4	-	13	-	-	2	X
	S28	Troço T82	0+325	- 89393.79	- 103908.81	40,3	-	10	-	-	2	X
	S29	Troço T82	0+350	- 89378.35	- 103927.58	40	-	9	-	-	2	X
	S30	Troço T82	0+400	- 89446.87	- 103962.67	40	-	5	-	-	2	X
	S31	Troço T82	0+300	- 89355.48	- 103877.41	40,3	-	-	-	-	-	X
	S32	Troço T82	0+500	- 89503.79	- 104086.06	35	-	4	-	-	2	X
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)	SG63	Troço T85	3+700	- 90783.81	- 106179.05	27	-	5	-	-	3	-
	SG64	Troço T85	3+800	- 90810.91	- 106175.78	41,15	-	5	-	-	-	X
	SG65	Troço T85	4+025	- 91108.62	- 106082.09	41	-	24	2	3	-	-
	SG66	Troço T85	4+090	- 91182.29	- 106084.83	52	-	14	-	-	-	X
	SG67	Troço T85	3+925	- 91016.21	- 106090.75	32,05	-	7	-	-	3	X

Foram ainda realizadas várias sondagens no âmbito da campanha geoambiental, para além das duas efetuadas no âmbito do Programa Preliminar desenvolvido pelo Metropolitano de Lisboa. As características dessas sondagens são apresentadas no Volume 35.



De acordo com os resultados obtidos nas sondagens realizadas que ao longo do eixo do túnel para o prolongamento da ligação da Linha Vermelha, foi possível concluir que o modelo geológico presente no traçado é constituído em toda a sua extensão por uma cobertura de depósitos de aterro de espessura variável, tendo uma expressão mais significativa na zona do Baluarte (aprox. do pk 2+750 ao pk 3+235), resultantes da ação antropogénica. Verificou-se também que sob a cobertura de aterro encontramos as seguintes unidades de substrato assinaladas em planta (Figura 5.4), aproximadamente aos quilómetros:

- Do pk 0+000 ao pk 0+200 Complexo Vulcânico de Lisboa;
- Do pk 0+200 ao pk 0+550 Oligocénico;
- Do pk 0+550 a apróx. ao pk 1+950 Miocénico, com passagem de Complexo Vulcânico de Lisboa entre os pk 0+950 e o pk 1+300;
- Do pk 1+950 a apróx. ao pk 2+075 Complexo Vulcânico de Lisboa;
- Do pk 2+075 a apróx ao pk 3+3650 Cretácico, interrompido por Complexo Vulcânico de Lisboa entre os pk 2+990 e o pk 3+040 e aproximadamente entre os pk 3+340 e pk 3+440 por depósitos aluvionares do Vale de Alcântara;
- Do pk 3+650 até ao final ao pk 4+097,224 ocorrem materiais do Complexo Vulcânico de Lisboa

As unidades presentes foram subdivididas em subunidades de acordo com o apresentado no capítulo 6 CARATERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS. De modo a enquadrar as descrições das unidades identificadas nas sondagens apresenta-se um extrato das peças desenhadas onde esta subdivisão é apresentada na legenda (Figura 6.1).

De acordo com as sondagens realizadas, verifica-se que os depósitos de aterro são constituídos por solos de natureza silto-arenosa, por vezes argilosa, sendo frequente, a ocorrência de vestígios da ação antropogénica tais como fragmentos de tijolo, betuminosos e outros de natureza calcária. consideradas no presente estudo Figura 5.6.



Apresenta-se na Figura 5.4 a planta com a cartografia geológica do traçado e, na Figura 5.5, o perfil geológico-geotécnico do conjunto da obra.

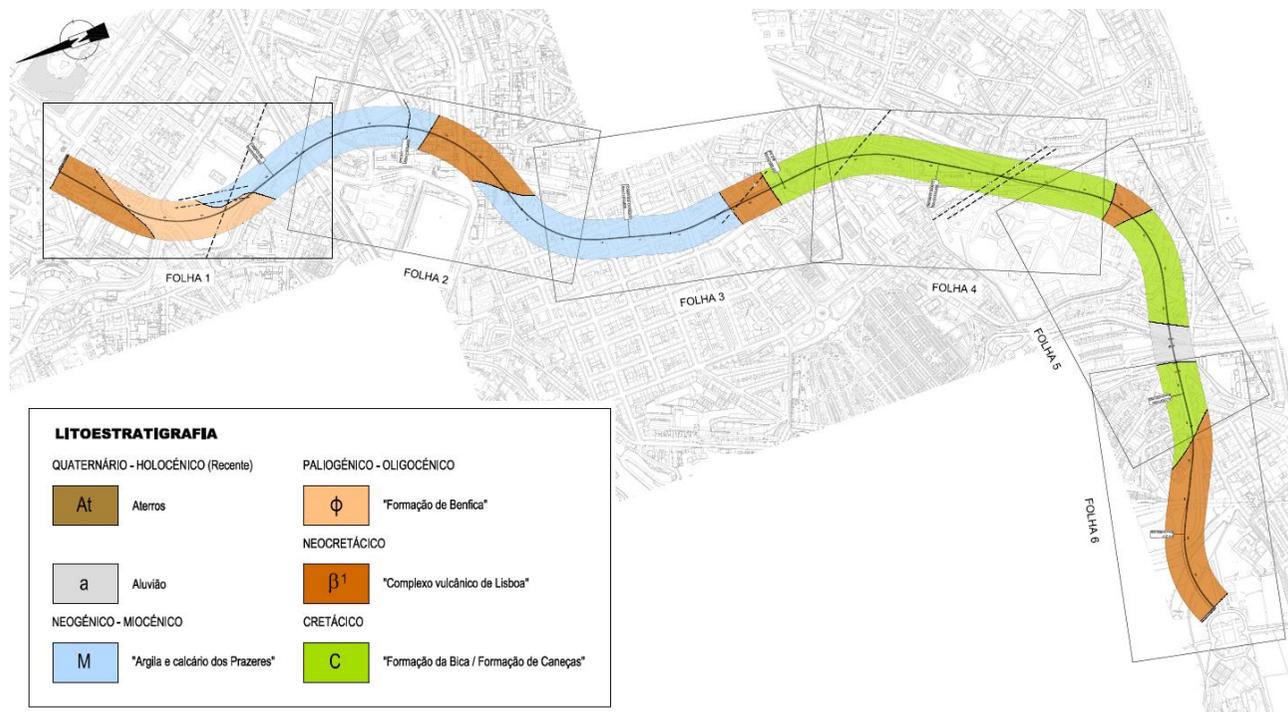


Figura 5.4 - Planta com traçado e cartografia geológica.

(Excerto do desenho LVSSA MSA AP GEO LIN 000 DW 021000 0)

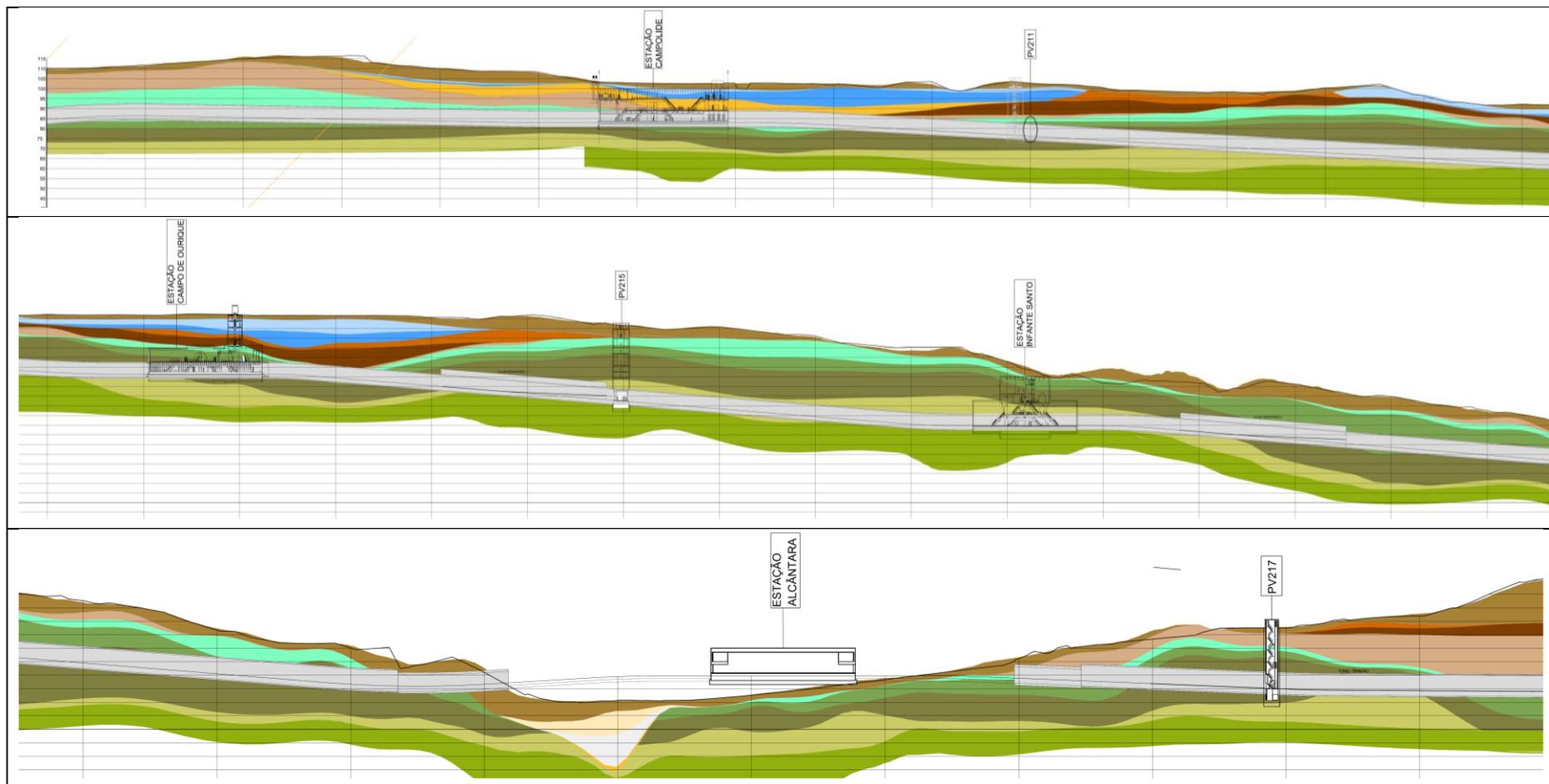


Figura 5.5 – Perfil longitudinal – Geologia / Geotecnia



Figura 5.6 - Depósitos de aterro de Natureza variada.

Subjacente aos depósitos de aterro ocorrem, a partir do pk 3+340 e até ao pk 3+440, depósitos aluvionares associados ao vale e Ribeira de Alcântara, constituídos essencialmente por areias siltosas, argilas por vezes arenosas ou lodosas e níveis de cascalheira de calibre variável, essencialmente na base, em matriz silto-arenosa (Figura 5.7). Ocorrem aluviões essencialmente arenosas na parte superior do depósito e mais argilosas junto da base sobre os depósitos de cascalheira.

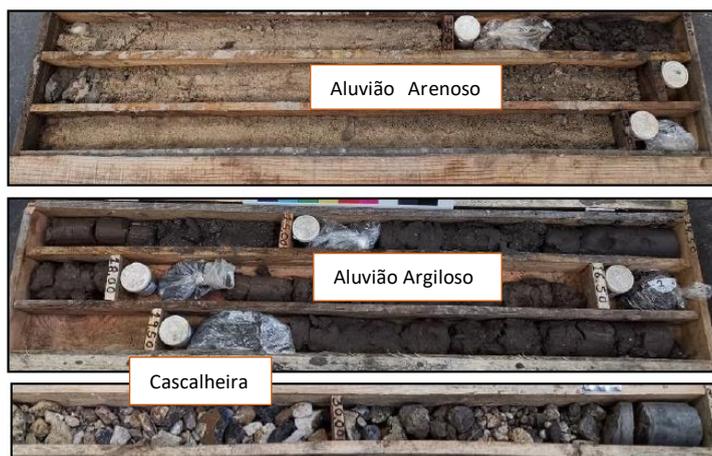


Figura 5.7 - Depósitos aluvionares de diversas naturezas.

Subjacente aos depósitos de aterro ocorrem na parte inicial do traçado, entre os pk 0+550 e 1+950 substrato de idade Miocénica, constituído pela formação geológica designada por Argilas e Calcários dos Prazeres, onde ocorrem, essencialmente, argilas e argilas margosas de

tonalidades cinzentas a esverdeadas [M(ag)] calcários fossilíferos e calcários margosos [M(Cal)] (Figura 5.8).



Figura 5.8 - Formação dos Prazeres representada sob diferentes aspetos.

Sob os terrenos da Formação dos Prazeres ocorrem localmente, mais concretamente entre as sondagens SC1 e SC7 (zona das Amoreiras), formações pertencentes à unidade litoestratigráfica denominada “Formação de Benfica”. Esta unidade é constituída essencialmente por areias finas, siltosas e silto-argilosas, argilas siltosas, siltes argilosos e areno-argilosos com seixo fino a médio, por vezes com seixo de calibre variável, pontualmente com calhau; e arenito de grão fino, carbonatado, com passagens siltíticas ocasionais (Figura 5.9).



Figura 5.9 - Diversas representações da formação de Benfica.

Em metade da extensão do traçado em estudo, na zona de Amoreiras a Campo de Ourique (desde a sondagem SC1 à sondagem SC1) e na zona de Monsanto/Ajuda (desde a sondagem SC33 à sondagem SC37), ocorrem depósitos Vulcano-Sedimentares [Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL)]. Este encontra-se sob os terrenos Miocénicos e Oligocénicos e sobre o Cretácico. A unidade encontra-se materializada pela ocorrência de basaltos com veios calcíticos, muito a medianamente alterados (β_2); Basaltos muito alterados a decompostos (β_{W5-4}), tufos vulcânicos

silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas, por vezes brechóides e brechas vulcânicas (Figura 5.10).



Figura 5.10 - Variadas ocorrências do Complexo Vulcânico de Lisboa.

Sob as formações pertencentes ao Complexo Vulcânico de Lisboa, encontra-se um substrato Cretácico onde ocorrem, do topo para a base, a “Formação da Bica”(Figura 5.11 à Figura 5.14) e a “Formação de Caneças” (Figura 5.15). A “Formação da Bica” encontra-se materializada pela presença de Argila margosa e/ou margas argilosas esbranquiçadas a amareladas (C_{C1a}); Calcários nodulares amarelados a esbranquiçados no topo, por vezes com inclusões margosas, passando a calcário rosado surgindo por vezes carsificado, compacto e ou margoso com passagens argilosas (C_{C1b}); Calcários semicristalinos e cristalinos com rudistas, apresentando leitos de sílex (C_{C1c}); e por Calcários compactos brancos a bege, fendilhado, com prealveolinas (C_{C1d}). A “Formação de Caneças” encontra-se representada pela ocorrência de calcários por vezes margosos, com geoides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base (C_{C2}).



Figura 5.11 - Argila margosa e/ou margas argilosas esbranquiçadas a amareladas.



Figura 5.12 - Calcários nodulares amarelados a esbranquiçados no topo, por vezes com inclusões margosas, passando a calcário rosado surgindo por vezes carsificado, com passagens argilosas (Cc1b).



Figura 5.13 - Calcários semicristalinos e cristalinos com rudistas, apresentando leitos de sílex (Cc1c).



Figura 5.14- Calcários compactos brancos a bege, fendilhado, com prealveolinas (Cc1d)



Figura 5.15 - Ocorrências variadas da "Formação de Caneças" (Cc2).



5.4 Ensaios “in-situ”

5.4.1 Ensaios de Penetração Dinâmica Normalizada SPT

No decurso da furação de algumas das sondagens efetuaram-se ensaios de penetração dinâmica SPT (“*Standard Penetration Test*”) espaçados de 1,5 m, quando o terreno atravessado o permitia, e sempre que ocorreu transição de natureza de terrenos.

Os resultados dos ensaios SPT permitiram a caracterização geotécnica das formações, nomeadamente o seu zonamento geotécnico em profundidade, bem como a classificação das formações arenosas quanto à compacidade e das argilosas quanto à consistência. Essa classificação dos solos arenosos e argilosos foi efetuada de acordo com o indicado no Quadro 5 e no Quadro 6.

Quadro 5 – Classificação das Areias quanto à Compacidade

N_{SPT}	Compacidade	Densidade Relativa (%)
0-4	Muito Solta	15
4-10	Solta	15-35
10-30	Medianamente Compacta	35-65
30-50	Compacta	65-85
>50	Muito Compacta	85-100

Quadro 6 – Classificação das Argilas quanto à Consistência

N_{SPT}	Consistência	Resistência ao Corte não Drenada (kPa)
0-2	Muito mole	<20
2-4	Mole	20-40
4-8	Consistência média	40-80
8-15	Dura	80-150
15-30	Muito dura	150-300
>30	Rija	>300

No Quadro 7 apresenta-se, também, a classificação dos solos arenosos quanto à sua compacidade, definida em função do $(N_1)_{60}$, de acordo com o Eurocódigo 7 (EC7): Projeto Geotécnico. Parte 3 – Projeto Assistido por Ensaios *In Situ* (ENV1997-3: 1999).



Quadro 7 – Classificação de Areias quanto à Compacidade (EC7)

N1(60)	Compacidade	Densidade Relativa (%)
0 - 3	Muito solta	15
3 - 8	Solta	15-35
8 - 25	Média	35-65
25 - 42	Compacta	65-85
> 42	Muito compacta	85-100

A partir dos ensaios de N_{SPT} realizados foi possível efetuar uma análise estatística dos resultados obtidos nas diferentes unidades geológicas e desta forma estabelecer para cada unidade a amostra padrão em termos de resistência, bem como os intervalos de N_{SPT} mais representativos. Nos gráficos seguintes da Figura 5.16 à Figura 5.22 apresenta-se a análise estatística generalizada e de cada unidade geológica onde foram efetuados ensaios N_{SPT} .

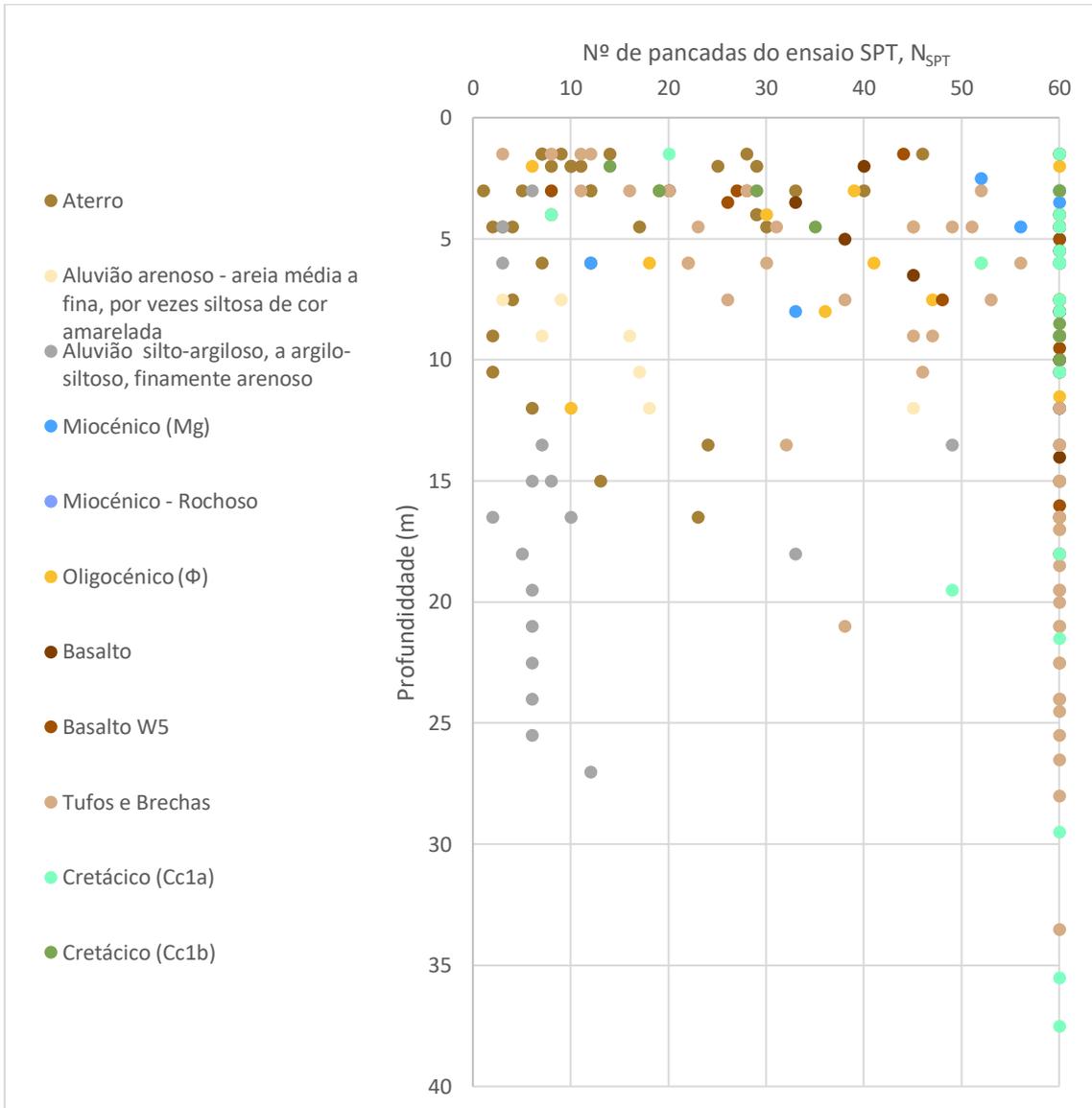


Figura 5.16 - Distribuição dos valores de N_{SPT} obtidos por unidade geológica, em função da profundidade.

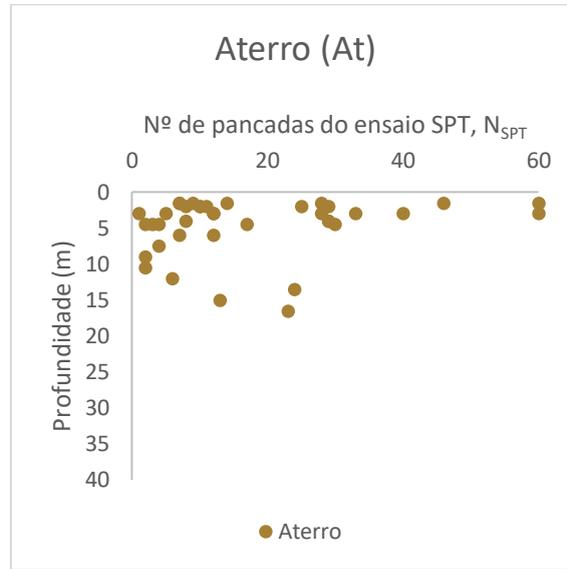


Figura 5.17 – Distribuição em profundidade dos resultados de N_{SPT} obtidos para a formação de Aterro.

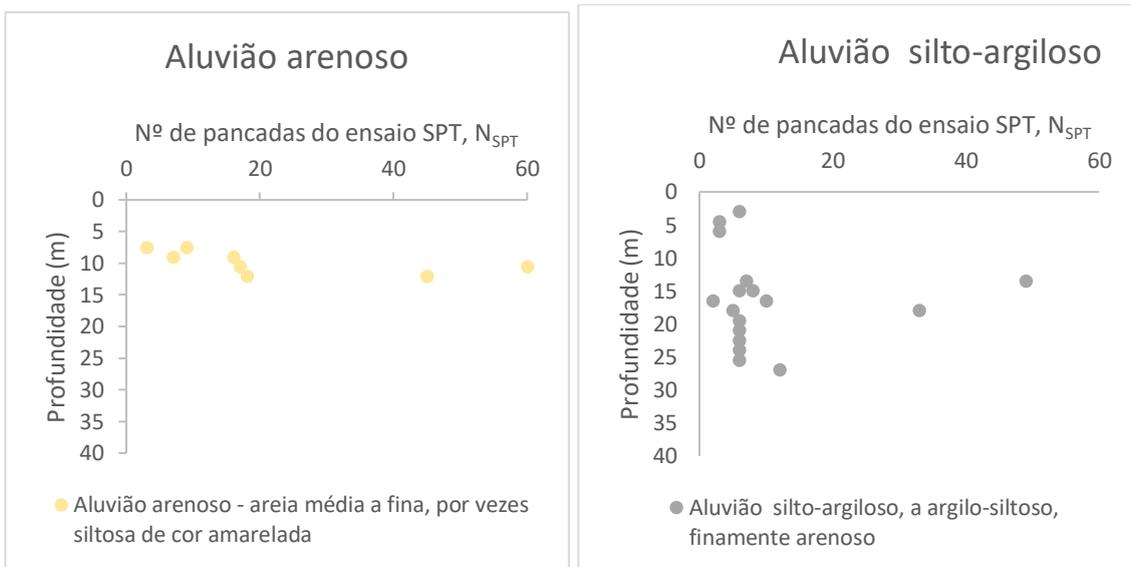


Figura 5.18 – Distribuição em profundidade dos valores de N_{SPT} obtidos nas formações correspondentes a depósitos aluvionares [A(ar) e A(ag)]

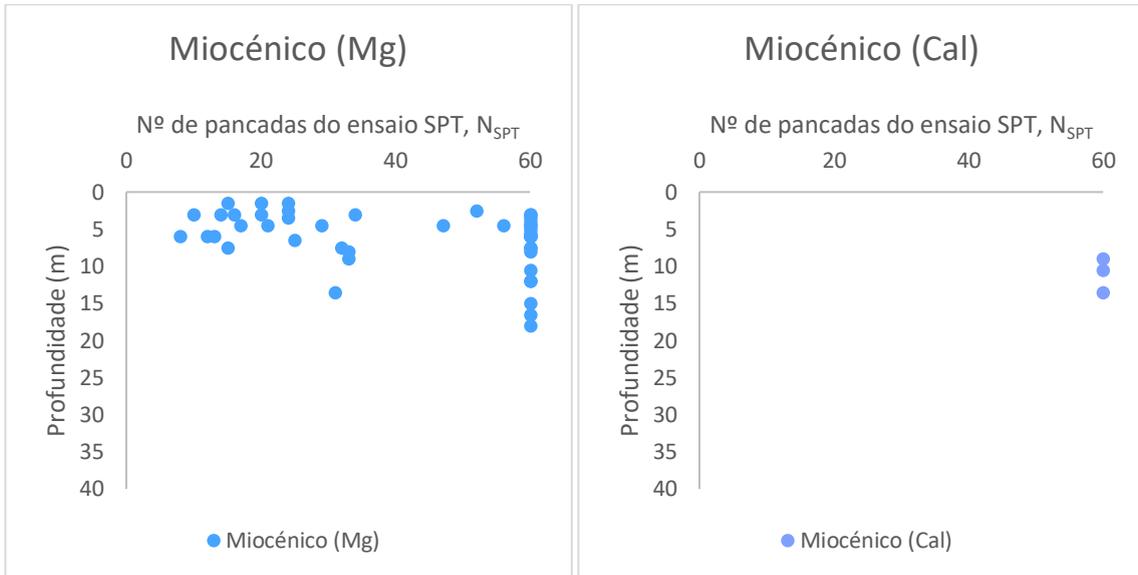


Figura 5.19 – Distribuição em profundidade dos valores de N_{SPT} para as formações Miocénicas [Mg (ag) e Mg (cal)].

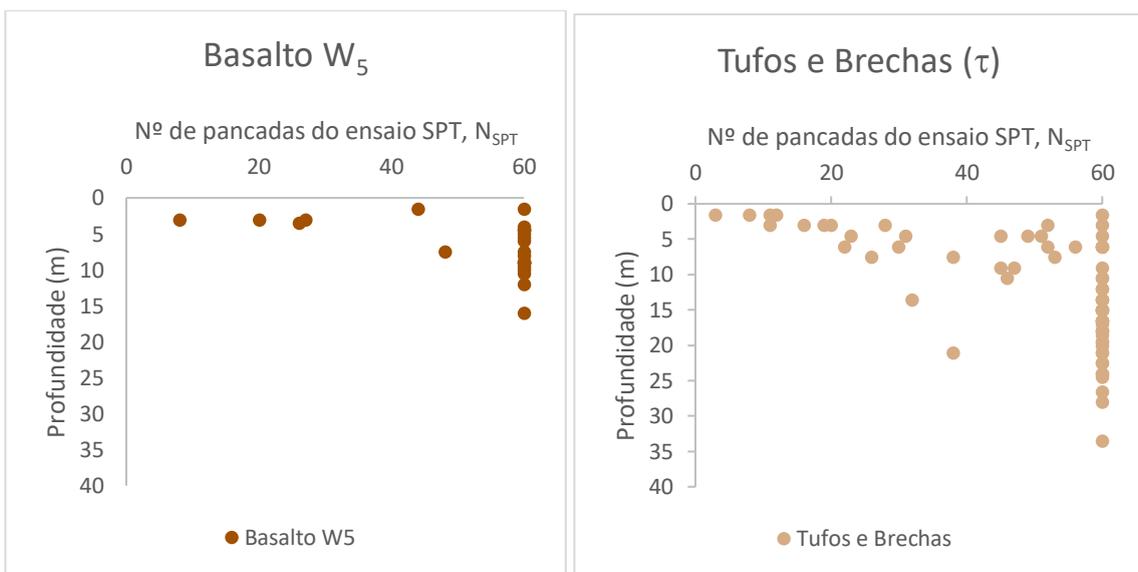


Figura 5.20 - Distribuição em profundidade dos valores de N_{SPT} para as formações do Neocretácico (β e τ)

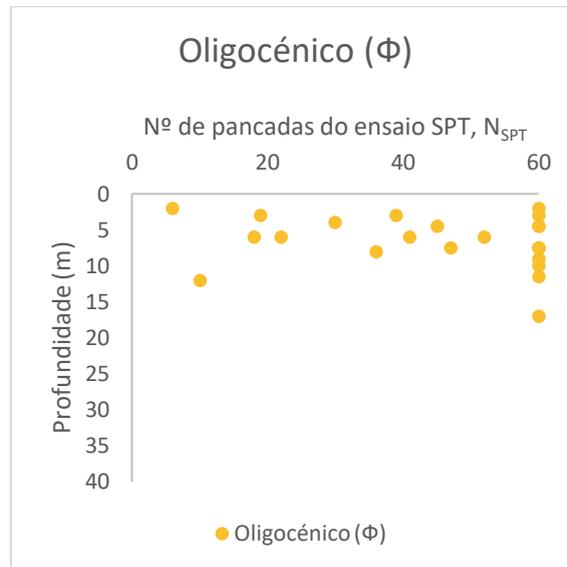


Figura 5.21 - Distribuição em profundidade dos valores de N_{SPT} obtidos nas "Formação do Benfica" (Φ)

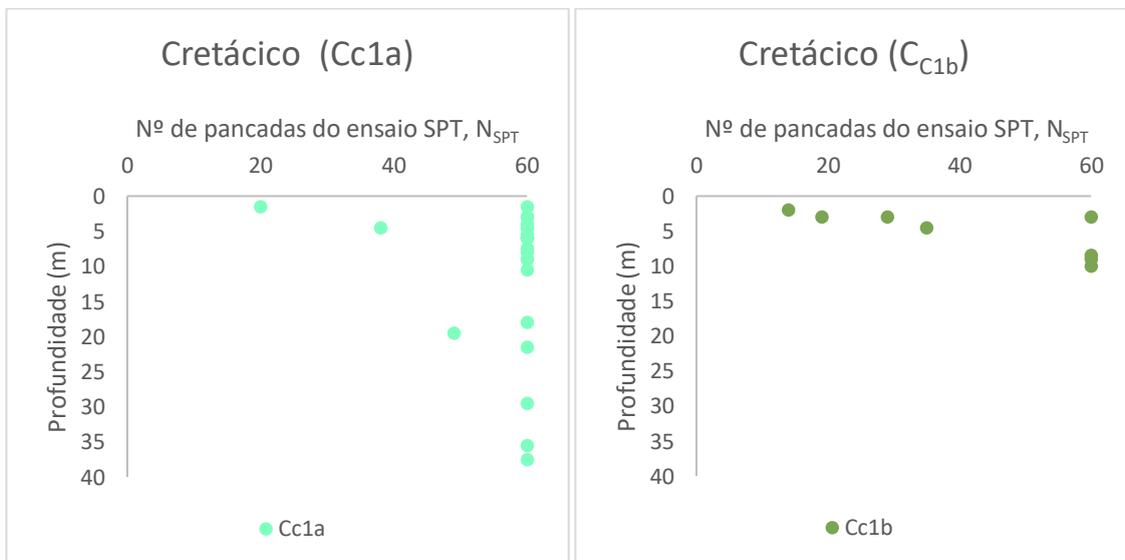


Figura 5.22- Distribuição dos valores de N_{SPT} em profundidade obtidos nas unidades Cretácicas (C_{C1a} e C_{C1b}).

No Quadro 8 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos, com indicação do número de ensaios, da gama de valores de N_{SPT} geral, dos valores mínimos e máximos dos intervalos mais representativos e do valor de N_{SPT} médio/representativo para cada unidade.



Quadro 8 - Síntese dos resultados obtidos nos ensaios N_{SPT}.

Formação Geológica	Descrição	Nº de Ensaios	Intervalo de valores	nº de ensaios considerados (no valor médio apresentado)	Intervalo de valores consid.	N _{SPT} médio/representativo	Desvio Padrão
At	Aterros heterogéneos	39	1-60	39(39)	1-60	17	15
a(ar)	Depósitos aluvionares de natureza essencialmente arenosa	8	3-60	8 (8)	3 - 25	22	19
a(ag)	Depósitos aluvionares de natureza essencialmente argilosa	17	3-49	17 (17)	3 - 49	10	12
a(cg)	Depósitos aluvionares de natureza essencialmente cascalhenta	-	-	-	-	-	-
M(ag)	Argilas cinzentas-esverdeadas de consistência dura a muito dura	44	8-45	21 (21)	8 - 50	23	10
	Argilas cinzentas-esverdeadas de consistência rija		>50	23 (23)	51 - 60	59	2
M(cal)	Calcarenitos fossilíferos, com passagens de calcários margosos	3	>60	3 (3)	>60	>60	-
φ	Areias finas, siltosas e silto-argilosas, com seixo fino a médio. Siltos argilosos.	23	6-60	23 (21)	18 - 60	50	14
β	Basalto, muito a medianamente alterado, por vezes com passagens de solo residual areno argiloso (W ₅ A W _{4.5})	26	8 - 60	26 (25)	20 - 60	55	12
T	Tufos vulcânicos silto-margosos, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas	70	3 - 60	70 (69)	8-60	50	16
Cc1a	Argila margosa e/ou marga argilosa esbranquiçada a amarelada.	25	20-60	25 (25)	20-60	57	9
Cc1b	Calcário nodular com inclusões a passagens margosas e argilosas	8	14-60	8 (8)	14-60	42	20



5.4.2 Ensaios de permeabilidade tipo Lefranc

Visando avaliar a permeabilidade do maciço terroso, foram realizados nas sondagens ao longo do traçado, cerca de 20 ensaios de permeabilidade do tipo Lefranc, com vista a avaliar a permeabilidade dos terrenos e a estimar o caudal que eventualmente possa afluir à escavação. Os trechos que foram submetidos a ensaios interessaram, essencialmente, formações litológicas que constituem os depósitos de aterro, depósitos aluvionares e das argilas e calcários da formação dos Prazeres e depósitos vulcânicos do CVL.

A partir dos valores obtidos para o coeficiente nas formações interessadas, verifica-se que se tratam de terrenos com permeabilidade baixa a muito baixa.

Os principais resultados obtidos encontram-se sumariados no Quadro 9. No gráfico seguinte (Figura 5.23) apresenta-se a dispersão de valores para cada unidade geológica em profundidade.

Quadro 9 - Resumo dos Ensaios Lefranc.

Estudo	Sondagem nº	Formação geológica	Profundidade do trecho ensaiado (m)	Coefficiente de Permeabilidade (m/s)
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC1	C _{C1a}	8,4-12,0	1,20x10 ⁻⁰⁸
	SC2	Φ	4,0-5,5	1,59 x10 ⁻⁰⁶
	SC2	β	9,0-11,0	1,75 x10 ⁻⁰⁸
	SC3	Mg	6,0-7,5	9,49 x10 ⁻⁰⁷
	SC4	Mg	4,5-6,0	2,46x10 ⁻⁰⁶
	SC5	Mg	6,0-7,5	3,86x10 ⁻⁰⁹
	SC6	Mg	8,0-9,5	4,33x10 ⁻⁰⁸
	SC6	Φ	15,5-17,0	9,15x10 ⁻⁰⁹
	SC8	Mg	4,0-5,5	1,82x10 ⁻⁰⁸
	SC8	Mg	7,0-8,5	Sem rebaixamento
	SC9	Mg	4,5-7,5	2,04x10 ⁻⁰⁹
	SC15	β	11,20-12,0	1,49x10 ⁻⁰³
	SC16	Mg	9,70-10,50	6,12x10 ⁻⁰³
	SC25	A _{ar} /a _c	16,50-19,50	7,73x10 ⁻⁰⁸
	SC26.1	A _{ar}	15,0-16,50	4,91x10 ⁻⁰⁹
SC26.1	C _{C2}	31,5-33,5	9,33x10 ⁻⁰⁷	
SC35	τ	3,00-6,00	2,65x10 ⁻⁰⁶	
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)	SG65	τ	3,00-4,20	6,94x10 ⁻⁰⁸
	SG65	τ	6,00-7,00	3,30x10 ⁻⁰⁶
	SG65	τ	7,50-9,00	3,15x10 ⁻⁰⁶

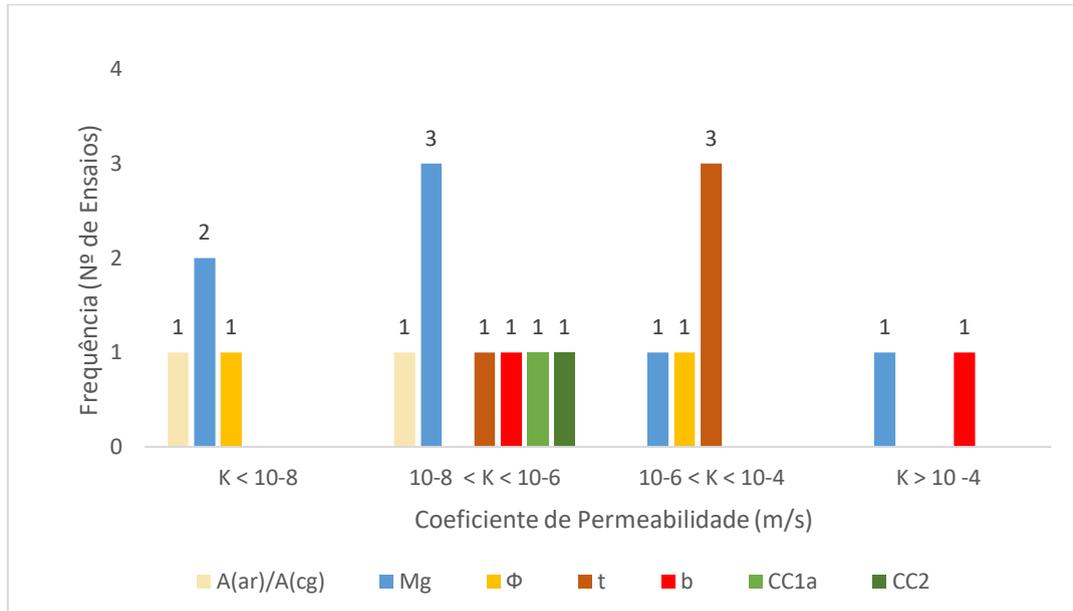


Figura 5.23- Histograma com os resultados dos ensaios Lefranc realizados em cada formação geológica, distribuídos pelas classes de permeabilidade.

A análise do Quadro 9 em consideração com o histograma da Figura 5.23, permite inferir acerca da permeabilidade obtida por unidade litológica o seguinte:

- Os depósitos aluvionares de natureza arenosa (Ar), assim como a formação Oligocénica ('Formação de Benfica') apresentam valores de k baixos;
- As formações Miocénicas, apresentam grande heterogeneidade relativamente aos valores de k, apresentando valores desde baixos a elevados, porém a maioria dos resultados obtidos para esta unidade são essencialmente baixos;
- O complexo vulcânico apresenta também uma heterogeneidade, tendo-se obtido para os Basaltos valores de k baixos e elevados e para os Tufos vulcânicos valores médios.
- Para a 'Formação de Caneças' obteu-se um valor de valores de k considerado médio.

5.4.3 Ensaios de permeabilidade tipo Lugeon

Visando efetuar uma caracterização do comportamento hidráulico do maciço rochoso, executaram-se no decorrer das sondagens mecânicas 28 ensaios de absorção de água do tipo Lugeon. Estes ensaios, para além de permitirem determinar as características de permeabilidade dos maciços, visam sobretudo avaliar de forma indireta o estado de fracturação do maciço e dessa forma a sua qualidade.

Os ensaios foram realizados a profundidades variáveis no maciço rochoso no Complexo margocalcário, nas margas da formação de Benfica, no Complexo Vulcânico de Lisboa e na Série Miocénica.

Os resultados obtidos encontram-se resumidos no Quadro 10, apresentando-se também uma estimativa a partir da realização dos ensaios Lugeon das condições das descontinuidades presentes no maciço rochoso. Na Figura 5.24 apresenta-se um histograma com os resultados



obtidos nos ensaios de Lugeon, onde se pode observar a frequência relativa dos ensaios em cada uma das classes de absorção.

Quadro 10 - Resumo dos resultados dos Ensaios Lugeon.

Estudo	Sonda gem	Profundidade do trecho de ensaiado (m)	Formação geológica	(UL)	Absorção de água	Condições das descontinuidades do maciço rochoso
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC1	12,00 – 15,00	Cc1a	Sem absorção	-	-
	SC1	18,00 – 21,00	Cc1c	24,1	Médio	Algumas parcialmente abertas
	SC1	24,00 – 27,00	Cc1d	1,5	Muito baixo	Muito fechadas
	SC1	30,00 – 33,00	Cc1d	2,1	Baixo	Fechadas
	SC2	24,00 – 25,50	Cc1c	11,45	Moderado	Algumas parcialmente abertas
	SC3	15,00 – 16,50	τ /Cc1b	Sem absorção	-	-
	SC3	18,00 – 21,00	Cc1b	< 1	Muito baixo	Muito fechadas
	SC3	25,50 – 28,50	Cc1c/Cc1d	7,46	-	-
	SC4	10,50 – 13,50	Φ / β	2,81	Baixo	Fechadas
	SC4	16,50 – 19,80	Cc1a/Cc1b	2,27	Baixo	Fechadas
	SC4	21,00 – 24,00	-	-	-	-
	SC4	27,00 – 30,00	Cc1c	Sem absorção	-	-
	SC5	14,50 – 17,50	Φ / τ / β	Sem absorção	-	-
	SC5	20,50 – 23,50	Cc1a/Cc1b	< 1	Muito baixo	Muito fechadas
	SC6	33,50 – 36,50	Cc1c/Cc1d	18,06	Médio	Algumas parcialmente abertas
	SC7	14,50 – 17,50	Φ / τ	Sem absorção	-	-
	SC7	26,50 – 29,50	Cc1c	8,05	Moderado	-
	SC8	13,00 – 16,00	β / τ	Sem absorção	-	-
	SC8	19,00 – 22,00	Cc1c	< 1	Muito baixo	Muito fechadas
	SC8	25,00 – 28,00	Cc1c	Abs. total	-	-
	SC8	26,90 – 29,80	Cc1c	Abs. total	-	-
	SC10	18,00 – 21,00	Cc1c	< 1	Muito baixo	Muito fechadas
	SC10	28,50 – 31,50	Cc1d	17,12	Médio	Algumas parcialmente abertas
SC11	20,50 – 23,50	Cc1c	Abs. total	-	-	
SC11	29,50 – 32,50	Cc1d	Abs. total	-	-	
SC13	17,70 – 20,70	Cc1c	Abs. total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazias	
	30,00 – 33,00	Cc2	Abs. total	-		
	39,00 – 42,00	Cc2	Abs. total	-		



Estudo	Sonda gem	Profundidade do trecho de ensaiado (m)	Formação geológica	(UL)	Absorção de água	Condições das descontinuidades do maciço rochoso
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC14	18,00 – 21,00	C _{C1b}	64,0	Alto	Muito Abertas
		24,00 - 27,00	C _{C1c}	11,4	Moderado	Algumas parcialmente abertas
		31,50 - 34,50	C _{C1c}	12,5	Moderado	Algumas parcialmente abertas
		37,50 - 40,50	C _{C1d}	0,7	Muito Baixo	Muito fechadas
		45,00 – 48,00	C _{C1d}	10,7	Moderado	Algumas parcialmente abertas
	SC15	18,00 – 21,00	β	1,7	Baixo	Fechadas
		21,00 – 24,00	β	Sem absorção	-	Muito Fechadas
		25,50 - 28,50	C _{C1b}	2,4	Baixo	Fechadas
		31,50 - 34,50	C _{C1c}	8,4	Moderado	Algumas parcialmente abertas
		45,00 – 48,00	C _{C1d}	Sem absorção	-	Muito Fechadas
	SC16	18,00 – 21,00	β	1,2	Baixo	Fechadas
		25,50 – 28,00	C _{C1a} / C _{C1b}	0,1	Muito Baixo	Muito Fechadas
		31,50 - 34,50	C _{C1c}	12,5	Moderado	Algumas parcialmente abertas
		39,00 – 42,00	C _{C1c}	12,8	Moderado	Algumas parcialmente abertas
		44,00 – 47,00	C _{C1c} / C _{C1d}	Sem absorção	-	Muito Fechadas
	SC19	21,00 - 24,00	C _{C1b} / C _{C1c}	<1	Muito Baixo	Muito Fechadas
		24,00 – 27,00	C _{C1c}	<1	Muito Baixo	Muito Fechadas
		27,00 – 30,00	C _{C1c}	<1	Muito Baixo	Muito Fechadas
	SC20	14,50 - 17,50	C _{C1c}	<1	Muito Baixo	Muito Fechadas
		20,50 - 23,50	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		26,50 - 29,50	C _{C1d}	1,4	Baixo	Fechadas
	SC24	7,50 - 10,50	C _{C1b} / C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		15,00 - 18,00	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	SC25	37,00 – 40,00	C _{C2}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	SC27	12,50 - 15,00	C _{C1d}	Elevada perm.	Elevado	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	SC29	7,50 - 10,50	C _{C1d}	3,4	Baixo	Fechadas
		17,00 – 20,00	C _{C1d}	24,9	Médio	Algumas abertas



Estudo	Sonda gem	Profundidade do trecho de ensaiado (m)	Formação geológica	(UL)	Absorção de água	Condições das descontinuidades do maciço rochoso
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC30	15,00 – 18,00	C _{C1c} / C _{C1d}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		19,70 - 22,70	C _{C1d}	30,6	Médio	Algumas abertas
	SC35	9,50 - 12,50	C _{C1b} / C _{C1c}	26,8	Médio	Algumas abertas
		12,50 - 15,40	C _{C1c}	21,9	Médio	Algumas abertas
		15,40 - 18,40	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		25,70 - 28,30	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
CAMPANHA DE PROSPEÇÃO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ESTAÇÃO DE S. SEBASTIÃO/FUTURA ESTAÇÃO DE CAMPOLIDE (ML, 2009)	S20	20.0 – 25.0	β	<1	Muito Baixo	Muito Fechadas
	S21	20.0 – 24.0	β	0.0	Sem absorção	Muito Fechadas
	S22	16.0 – 21.0	β	1.0	Muito Baixo	Muito Fechadas
		24.0 – 29.0	Cc1a	1.0	Muito Baixo	Muito Fechadas
	S23	17.5 – 22.50	τ	1.0	Muito Baixo	Muito Fechadas
		25.0 – 30.0	C _{C1b}	Sem absorção	-	Muito Fechadas
	S24	19.0 – 24.0	τ	1.2	Muito Baixo	Muito Fechadas
		27.0 – 32.0	C _{C1a}	22	Médio	Algumas Abertas
	S25	19.0 – 24.0	C _{C1b}	16.0	Médio	Algumas Abertas
		27.0 – 32.0	C _{C1c}	25.0	Médio	Algumas Abertas
	S26	20.0 – 25.0	C _{C1b}	12.0	Moderado	Algumas parcialmente abertas
		27.50 – 32.5	C _{C1c}	7.0	Moderado	Algumas parcialmente abertas
	S27	20.0 – 24.0	C _{C1b}	Sem absorção	-	Muito Fechadas
		26.5 – 31.5	C _{C1d}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	S28	19.0 – 24.0	C _{C1b}	Sem absorção	-	Muito Fechadas
		26.50 – 31.50	C _{C1c}	28.0	Médio	Algumas Abertas
	S29	15.0 - 26.0	C _{C1c}	>29000	Muito Alto	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		26.0 – 31.0	C _{C1c}	> 1000	Muito Alto	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	S32	22.0-25.0	C _{C1c}	333.3	Muito Alto	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO	SG63	9.0 – 12.0	C _{C1b}	Sem absorção	-
12.0 – 15.0			C _{C1b}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio



Estudo	Sonda gem	Profundidade do trecho de ensaiado (m)	Formação geológica	(UL)	Absorção de água	Condições das descontinuidades do maciço rochoso
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)		15.0 – 18.0	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
	SG67	19.0 – 22.0	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		22.0 – 25.3	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio
		25.0 – 28.0	C _{C1c}	Absorção total	-	Abertas, pouco espaçadas ou vazio

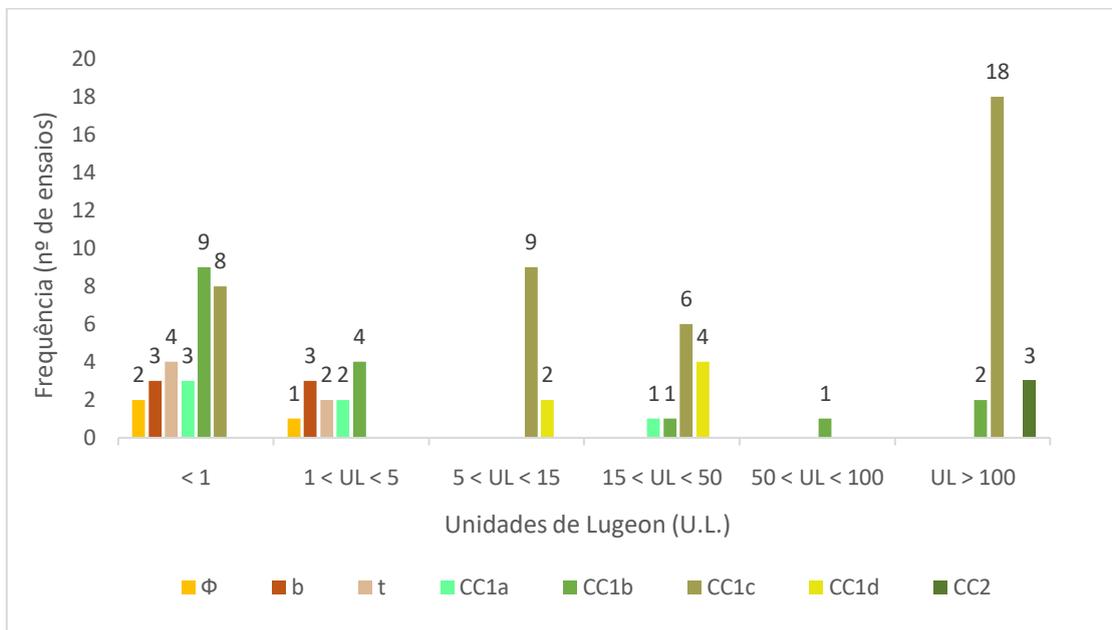


Figura 5.24 - Histograma dos Ensaios Lugeon.

Considerando os resultados obtidos, de um modo geral, destacam-se as seguintes situações:

- De um modo geral, a maioria das formações rochosas ocorrentes ao longo do traçado, apresentam absorções muito baixas a baixas.
- Os tufos vulcânicos do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) apresentam absorções muito baixas (<1UL);
- A formação geológica C_{C1a} apresenta, de um modo geral, absorções baixa a muito baixas (UL<5);
- A formação geológica C_{C1c}, trata-se da formação mais heterogénea, uma vez que os valores de absorção registados nas diferentes sondagens variam entre a ausência de absorção a uma absorção total. Embora ocorra esta discrepância de resultados, de um modo geral apresenta valores de absorção mais elevados, uma vez que que apresentou absorção total em 4 furos. Esta discrepância de valores observada poderá estar relacionada com o estado de fracturação ou ocorrência de singularidades no maciço rochoso.
- Relativamente à formação geológica C_{C1d}, esta apresenta absorções médias (entre 15 e 50 UL);

5.4.4 Ensaios Pressiométricos

Até ao presente foram realizados 28 ensaios pressiométricos do tipo Ménard.

Com estes ensaios visou-se a obtenção de algumas características de deformabilidade e resistência dos materiais.

De acordo com esta metodologia de interpretação dos ensaios efetuados com o pressiómetro de Ménard, apresentam-se os principais resultados no Quadro 11. Neste encontram-se representados os valores obtidos dos ensaios a cada profundidade: o módulo pressiométrico de Ménard (E_M), a Pressão Limite (P_L), a relação E_M/P_L , com correspondência de cada litologia.

No referido quadro apresentam-se ainda alguns parâmetros de cálculo a cada profundidade, determinados através de fórmulas empíricas, nomeadamente o parâmetro α , e o módulo de deformabilidade estático (E_s) estimado com base em expressões de Ménard:

- módulo de deformabilidade $E_s = \frac{E_M}{\alpha}$, em que α depende da relação $\frac{E_M}{P_L}$ [5.1]

De referir que, Mair e Wood (1987) sugerem que os ensaios pressiométricos com pré-furação não devem ser utilizados para a avaliação do ângulo de resistência ao corte, dada a perturbação exagerada a que ficam sujeitos os materiais, pelo que o valor deste parâmetro apresentado no quadro deverá ser considerado com alguma parcimónia, devendo ser aferido com ensaios especificamente realizados para o efeito.

Quadro 11 - Resumo de alguns parâmetros obtidos a partir dos ensaios pressiométricos.

Estudo	Sondagem	Profundidade (m)	Formação geológica	E_M (MPa)	P_L (MPa)	E_M/P_L	α	E_s (MPa)
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC2	6,0	Φ	18,6	2,76	6,7	0,5	37.2
		9,0	β	20,6	1,04	19,8	0,5	41.2
		12,4	τ	30,1	4,6	6,5	0,5	60.2
	SC3PZ	5,0	τ	8,6	1,08	8,0	0,5	17.2
		8,0	τ	16,7	1,57	10,6	0,5	33.4
	SC5PZ	3,0	Mg	42,9	4,31	10,0	0,5	85.8
		4,5	Mg	55,4	3,11	17,8	1,0	55.4
		8,0	Mg	33,7	1,67	20,2	1,0	33.7
		10,5	Φ	137,3	3,54	38,8	0,66	208.0
		12,0	Φ	162,0	4,2	38,6	0,66	245.5
		13,5	Φ	114,5	4,39	26,1	0,66	173.5
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO	SC6PZ	6,5	Mg	41,7	1,85	22,5	1,0	41.7
		10,5	Mg	78,3	2,34	33,5	1,0	78.3
		14,5	Φ	103,6	2,26	45,8	0,33	313.9
	SC16	4,95	Mg	9,4	0,58	16,2	0,66	14.2
	SC16	7,8	Mg	268,3	2,05	130,9	1,0	268.3
	SC17	5,5	Mg	4,1	0,29	14,1	0,66	6.2

Estudo	Sondagem	Profundidade (m)	Formação geológica	E_M (MPa)	P_L (MPa)	E_M/P_L	α	E_s (MPa)
METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E		6,5	Mg	6,5	0,65	10,0	0,66	9.8
		8,5	Mg	11,6	1,414	8,2	0,66	17.6
		13,0	Mg	2,7	0,6	4,5	0,5	5.4
	SC18	4,0	Mg	16,0	1,265	12,6	0,66	24.2
		5,5	Mg	12,2	0,665	18,3	1,0	12.2
	SC26.1	17,5	a (ag)	3,0	0,88	3,4	0,5	6.0
		22,0	a (ag)	3,1	0,86	3,6	0,5	6.2
	SC27	37,0	C ₂	13,0	1,03	12,6	0,5	26.0
	SC35	4,0	τ	5,0	0,542	9,2	0,66	7.6
5,5		τ	57,0	3,09	18,4	0,66	86.4	
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)	SG65	3.0	τ	30,12	4,3	7,0	0,5	60,24

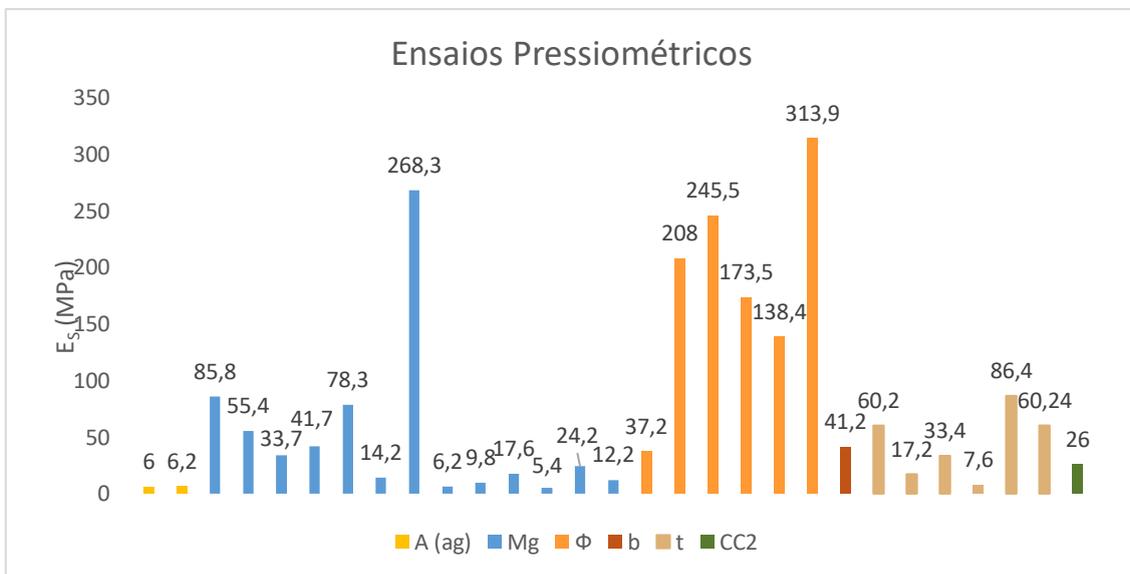


Figura 5.25 – Histograma com a distribuição dos resultados obtidos no ensaio pressiométrico, por unidade litoestratigráfica.

A partir da análise destes elementos constata-se, de um modo geral, que:

- A formação constituída por depósitos aluvionares ($A_{(ag)}$) apresenta um módulo de deformabilidade inferior à das restantes unidades;
- As formações Miocénicas, são as mais representativas



- A formação do Oligocénico, de um modo geral, apresenta os valores de deformabilidade mais elevados face às restantes unidades, porém apresenta algumas irregularidades face aos valores mais elevados que foram obtidos;
- As formações do complexo vulcânico (β e τ) apresentam valores de deformabilidade idênticos entre si;
- Embora não seja representativa, a unidade Cretácica (C_{C2}) apresenta valores da ordem de grandeza dos apresentados pelos Tufos.

5.5 Ensaios de laboratório (sobre amostras terrosas)

No intuito de caracterizar os solos ocorrentes ao longo do traçado interessado pelo túnel, Estação e Poços de Ventilação, foram realizados ensaios de laboratório de identificação em amostras indeformadas de solos colhidas nas sondagens, nomeadamente:

- Análises granulométricas por peneiração e por sedimentação;
- Limites de consistência (LL e LP);
- Determinação do teor em água natural;
- Determinação do valor de azul de metileno;
- Determinação do valor da densidade aparente e do peso específico das partículas.

No Quadro 12 apresentam-se os principais resultados obtidos nos ensaios de laboratório de identificação.

A partir destes ensaios foi possível classificar as amostras terrosas de acordo com as classificações ASTM (Unificada) e ASTHOO (Rodoviária), as quais são apresentadas na Figura 5.31 e Figura 5.32.



Quadro 12 - Síntese dos resultados Obtidos nos Ensaios de Laboratório de Identificação de Amostras Terrosas

Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade geológica	Granulometria (% passada)						Limites d'Atterberg		VAM (g/100g)	G	σ_m	σ_d	W_{nat} (%)	Classificação	
				(3/4)#	4#	<2mm (10#)	<0,420mm (40#)	<0,074 mm	<0,002 mm	LL (%)	IP (%)						(kN/m ³)	
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC1	6,0 – 6,8	τ	-	-	89	73	49	17	67	30	5,87	2,88	-	-	-	SM	A-7-5(11)
	SC1	13,50 – 14,0	Cc1a	-	-	86	83	72	21	26	10	3,11	2,75	-	-	-	(CL)s	A-4(7)
	SC2	3,20 – 3,60	Φ	-	-	86	63	46	30	48	28	4,98	2,67	-	-	-	SC	A-7-6(8)
	SC2	4,00 – 4,50	Φ	-	-	94	78	56	28	42	23	3,38	2,69	-	-	-	S(CL)	A-7-6(10)
	SC2	7,00 – 7,50	β	-	-	95	88	53	26	34	17	3,02	2,70	-	-	-	S(CL)	A-6(6)
	SC2	8,20 – 8,50	β	-	-	52	24	16	6	51	23	1,59	2,76	-	-	-	(SC)g	A-2-7(0)
	SC2	11,0 – 11,30	τ	-	-	83	73	62	27	44	23	3,45	2,69	-	-	-	S(CL)	A-7-6(11)
	SC2	14,00 – 14,30	τ	-	-	83	74	59	23	44	20	2,96	2,77	-	-	-	S(CL)g	A-7-6(9)
	SC3	9,00 – 10,50	Φ	-	-	49	27	16	8	43	22	1,31	2,68	-	-	-	(SC)g	A-2-7(0)
	SC3	12,50 – 13,50	τ	-	-	99	94	63	35	41	22	4,27	2,74	-	-	-	s(CL)	A-7-6(11)
	SC3	21,50 – 22,50	Cc1b	-	-	26	20	16	9	43	23	0,84 – 0,16	2,72	-	-	-	(GC)s	A-2-7(0)
	SC4	5,00 – 5,75	Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC4	5,80 – 6,00	Mg	-	-	98	98	93	33	38	20	3,63	2,70	-	-	-	CL	A-6(12)



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade geológica	Granulometria (% passada)						Limites d'Atterberg		VAM (g/100g)	G	σ_m	σ_d	W_{nat} (%)	Classificação	
				(3/4)#	4#	<2mm (10#)	<0,420mm (40#)	<0,074 mm	<0,002 mm	LL (%)	IP (%)						(kN/m ³)	ASTM
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC4	8,00 – 8,85	Φ	-	-	69	44	27	15	44	22	2,59 – 0,83	2,72	-	-	-	(SC)g	A-2-7(1)
	SC4	11,20 – 11,70	β(w5)	-	-	100	98	93	58	55	30	4,22	2,77	-	-	-	(CH)	A-7-6(19)
	SC5	6,00 – 6,50	Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC5	7,00 – 7,50	Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC5	8,50 – 9,00	Φ	-	-	93	67	47	29	36	19	3,39 – 1,23	2,71	-	-	-	SC	A-6(5)
	SC5	9,50 – 10,00	Φ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC5	14,00 – 14,50	Φ	-	-	97	95	73	38	45	23	4,12	2,76	-	-	-	(CL)s	A-7-6(14)
	SC5	19,00 – 19,50	τ	-	-	89	83	70	29	42	20	2,94	2,77	-	-	-	s(CL)	A-7-6(11)
	SC6	2,00 – 2,70	At	-	-	81	69	51	20	37	18	2,70	2,72	-	-	-	s(CL)	A-6(6)
	SC6	6,50 – 7,20	Mg	-	-	84	64	39	15	23	9	2,22	2,68	-	-	-	SC	A-4(1)
	SC6	8,00 – 8,50	Mg	-	-	83	75	55	18	24	9	2,12	2,70	-	-	-	s(CL)	A-4(4)
	SC6	9,00 – 9,50	Mg	-	-	93	91	85	28	27	11	2,45	2,70	-	-	-	(CL)s	A-6(8)
	SC6	12,50 – 13,00	Φ	-	-	89	77	67	33	34	14	3,46	2,80	-	-	-	s(CL)	A-6(8)
SC6	16,50 – 17,00	Φ	-	-	89	63	26	16	26	8	2,44	2,69	-	-	-	(SC)	A-2-4(0)	



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade geológica	Granulometria (% passada)						Limites d'Atterberg		VAM (g/100g)	G	σ_m	σ_d	W_{nat} (%)	Classificação	
				(3/4)#	4#	<2mm (10#)	<0,420mm (40#)	<0,074 mm	<0,002 mm	LL (%)	IP (%)						(kN/m ³)	ASTM
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC6	17,00 – 17,50	ϕ	-	-	65	37	18	6	36	12	2.01	2.69	-	-	-	(SC)g	A-2-6(0)
	SC6	21,00 – 22,00	τ	-	-	57	27	10	1	40	8	1.70	2.77	-	-	-	(SW-SM)g	A-2-4(0)
	SC6	22,60 – 23,00	Cc1a	-	-	96	89	61	21	35	16	2.42	2.77	-	-	-	s(CL)	A-6(8)
	SC7	15,50 – 16,50	τ	-	-	98	95	82	34	36	16	5.90	2.73	-	-	-	(CL)s	A-6(10)
	SC7	17,00 – 17,50	τ	-	-	99	97	85	31	40	20	3.40	2.75	-	-	-	(CL)s	A-6(12)
	SC7	24,00 – 25,00	Cc1c	-	-	19	15	13	3	25	10	0.47	2.74	-	-	-	(GC)	A-2-4(0)
	SC8	7,00 – 8,00	Mg	-	-	96	76	45	23	32	15	3.19	2.64	-	-	-	(SC)	A-6(4)
	SC8	8,50 – 9,00	$\beta(w5)$	-	-	68	57	34	10	56	23	2.61	2.79	-	-	-	(SM)g	A-2-7(2)
	SC8	14,50 – 15,00	τ	-	-	89	80	63	29	54	29	3.90	2.83	-	-	-	s(CH)	A-7-6(15)
	SC8	15,80 – 16,00	τ	-	-	67	59	53	21	36	17	2.27	2.73	-	-	-	g(CL)s	A-6(6)
	SC8	19,90 – 20,10	Cc1c	-	-	81	71	63	21	36	18	2.21	2.77	-	-	-	s(CL)	A-6(9)
	SC8	21,10 – 21,30	Cc1c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC14	8,00 – 8,50	Mg	-	-	90	88	41	15	29	15	2.39	2.69	-	-	-	(SC)	A-6(3)
SC14	10,00 – 10,50	$\beta(w5)$	-	-	68	47	19	3	45	12	2.06	2.80	-	-	-	g(SM)	A-2-7(0)	



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade geológica	Granulometria (% passada)						Limites d'Atterberg		VAM (g/100g)	G	E _m	E _d	W _{nat} (%)	Classificação		
				(3/4)#	4#	<2mm (10#)	<0,420mm (40#)	<0,074 mm	<0,002 mm	LL (%)	IP (%)						(kN/m ³)		ASTM
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC15	3,00 – 3,60	Mg			67	63	60	28	38	20	2.54	2.68	1.96	1.58	24.2	g(CL)	A-6(9)	
	SC15	9,00 – 9,50	Mg			-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	
	SC16	6,00 – 6,60	Mg	-	-	99	99	98	38	39	18	4.28	2.70	2.10	1.75	20.1	(CL)	A-6(11)	
	SC16	17,50 – 18,00	Mg	-	-	71	64	53	14	28	11	2.09	2.71	-	-	-	s(CL)g	A-6(4)	
	SC16	26,30 – 26,75	Cc1a	-	-	68	62	57	20	33	14	1.97	2.74	-	-	-	s(CL)g	A-6(6)	
	SC17	29,50 – 29,80	τ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC17	29,80 – 30,00	τ	-	-	91	86	80	28	31	16	3.46	2.68	-	-	-	(CL)s	A-6(10)	
	SC23	12,00 – 12,40	Cc1c	-	-	22	19	15	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-
	SC23	14,50 – 15,00	Cc1c	-	-	7	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC23	16,50 – 17,00	Cc1c	-	-	48	41	34	22	56	34	2.73	2.71	-	-	-	(GC)s	A-2-7(4)	
	SC23	24,00 – 24,50	Cc1c	-	-	11	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC24	1,50 – 1,90	At	-	-	50	42	34	13	29	11	1.32	2.68	-	-	-	(GC)s	A-2-6(0)	
	SC25	5,00 – 5,60	At	-	-	60	43	27	8	24	9	1.51	2.70	2,06	1,69	22,0	(SC)g	A-2-4(0)	
SC25	5,60 – 6,20	At	-	-	80	66	34	11	26	10	2.41	2.69	2,10	1,64	28.6	(SC)	A-2-4(0)		



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade geológica	Granulometria (% passada)						Limites d'Atterberg		VAM (g/100g)	G	E _m	E _d	W _{nat} (%)	Classificação	
				(3/4)#	4#	<2mm (10#)	<0,420mm (40#)	<0,074 mm	<0,002 mm	LL (%)	IP (%)						(kN/m ³)	
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC25	7,50 – 8,00	A (ar)	-	-	97	70	4	2	-	-	0.16	2.66	-	-	-	(SP)	A-3(0)
	SC25	9,60 – 9,90	A (ar)	-	-	89	42	3	2	NP	NP	0.07	2.67	-	-	-	(SP)	A-1-b(0)
	SC25	10,50 – 11,00	A (ar)	-	-	98	52	5	3	NP	NP	0.16	2.66	-	-	-	(SP-SM)	A-3(0)
	SC25	12,45 – 12,85	A (ar)	-	-	99	50	2	2	NP	NP	0.08	2.65	-	-	-	(SP)	A-1-b(0)
	SC25	15,00 – 15,50	A (ag)	-	-	96	82	28	7	NP	NP	2.04	2.82	-	-	-	(SM)	A-2-4(0)
	SC25	16,50 – 17,10	A (ag)	-	-	98	91	31	11	34	9	2.31	2.73	1.85	1.37	34.6	s(ML)	A-4(5)
	SC25	17,10 – 17,70	A (ag)	-	-	91	84	49	8	30	5	1.77	2.75	-	-	38.6	(SM)	A-4(3)
	SC25	19,00 – 19,50	A (ag)	-	-	67	47	35	12	NP	NP	1.75	2.73	-	-	-	(SM)g	A-2-4(0)
	SC25	20,10 – 20,70	C _{c2}	-	-	74	70	59	26	25	8	2.32	2.75	2.21	1.85	19.6	g(CL)s	A-4(5)
	SC25	39,60 – 40,00	C _{c2}	-	-	92	89	86	50	45	21	3.81	2.74	-	-	-	(CL)	A-7-6(13)
	SC26	19,50 – 20,10	A (ag)	-	-	99	85	17	3	NP	NP	0.86	2.69	1.92	1.52	26.7	(SM)	A-2-4(0)
	SC26	20,10 – 20,70	A (ag)	-	-	99	85	19	3	NP	NP	0.86	2.75	-	-	26.3	(SM)	A-2-4(0)
	SC26	21,00 – 21,60	A (ag)	-	-	99	77	18	4	NP	NP	1.03	2.74	-	-	37.5	(SM)	A-2-4(0)
SC26	21,60 – 22,20	A (ag)	-	-	99	73	13	3	NP	NP	0.90	2.74	-	-	29.3	(SM)	A-2-4(0)	



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade geológica	Granulometria (% passada)						Limites d'Atterberg		VAM (g/100g)	G	E _m	E _d	W _{nat} (%)	Classificação	
				(3/4)#	4#	<2mm (10#)	<0,420mm (40#)	<0,074 mm	<0,002 mm	LL (%)	IP (%)						(kN/m ³)	
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S. SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E	SC26	27,50 – 28,10	A (ag)	-	-	39	34	28	11	37	16	1.43	2.74	1.64	0.99	65.4	(GC)s	A-2-6(1)
	SC26	28,10 – 28,70	A (ag)	-	-	60	49	40	15	37	17	3.66	2.68	-	-	36.6	(GC)s	A-6(3)
	SC27	9,00 – 9,50	C _{c1d}	-	-	51	26	8	2	NP	NP	0.83	2.69	-	-	-	(SP-SM)g	A-1-b(0)
	SC27	21,80 – 22,50	C _{c2}	-	-	95	85	78	24	28	8	2.62	2.83	-	-	-	(CL)s	A-4(8)
	SC34	3,50 – 4,50	τ	-	-	99	94	90	43	46	21	4.19	2.76	-	-	-	(CL)	A-7-6(14)
	SC35	2,50 – 3,00	τ	-	-	99	95	90	53	65	31	6.41	2.84	-	-	-	(MH)	A-7-5(20)
	SC35	4,50 – 5,00	τ	-	-	94	89	85	27	56	29	2.29	2.73	-	-	-	(CH)s	A-7-6(19)
	SC37	29,20 – 29,80	τ	-	-	98	91	89	19	53	21	7.73	2.84	-	-	-	(MH)	A-7-5(15)
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)	S24	22,50	C _{c1b}	-	68	53	45	41	-	32	10	-	2.71	-	-	21.9	(GC)	A-4(1)
	S28	16,00	τ	-	96	90	78	70	-	47	35	-	2.62	-	-	34.8	(ML)	A-7-5(8)



Na Figura 5.26 são apresentadas as curvas granulométricas e na Figura 5.27 a distribuição da percentagem de finos das amostras, respetivamente

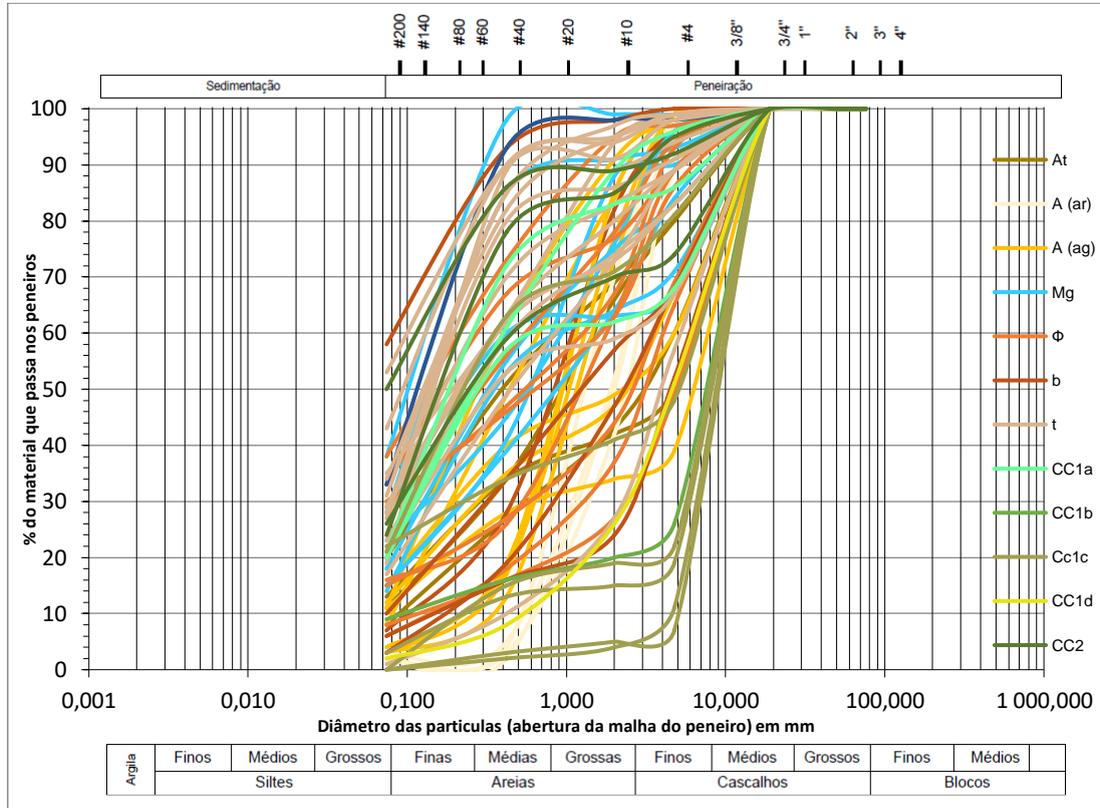


Figura 5.26 - Curvas granulométricas de todas as formações ensaiadas.

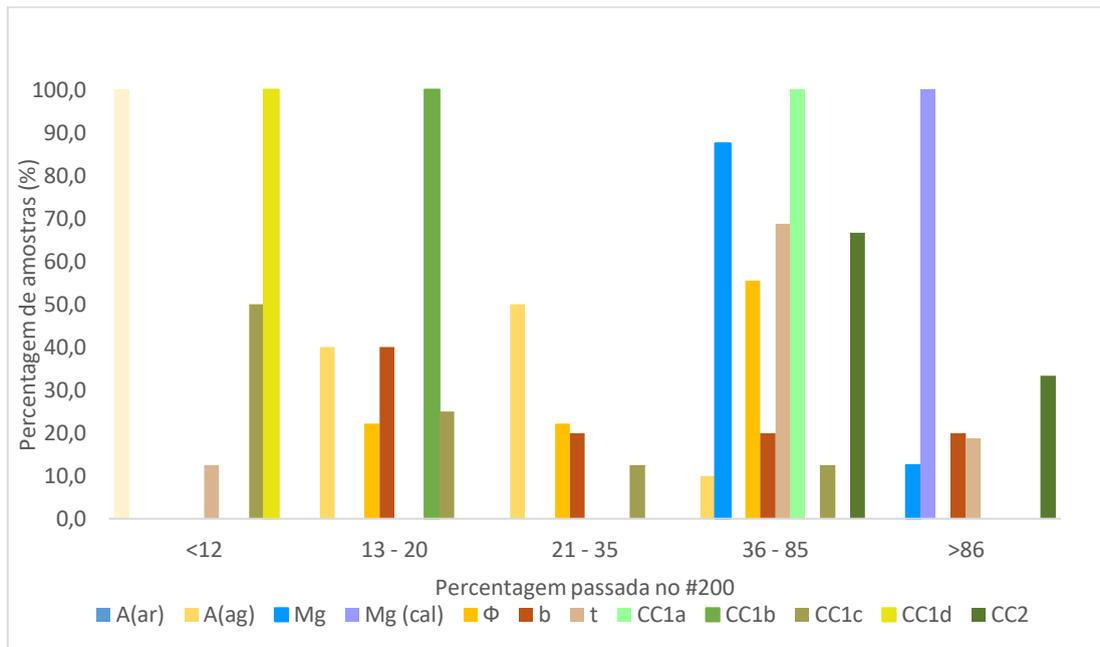


Figura 5.27- Distribuição da percentagem de finos.

Na Figura 5.28 e na Figura 5.29 é apresentada a distribuição de limites de consistência (WL e IP) e a carta de plasticidade de todas as amostras ensaiadas na Figura 5.30.

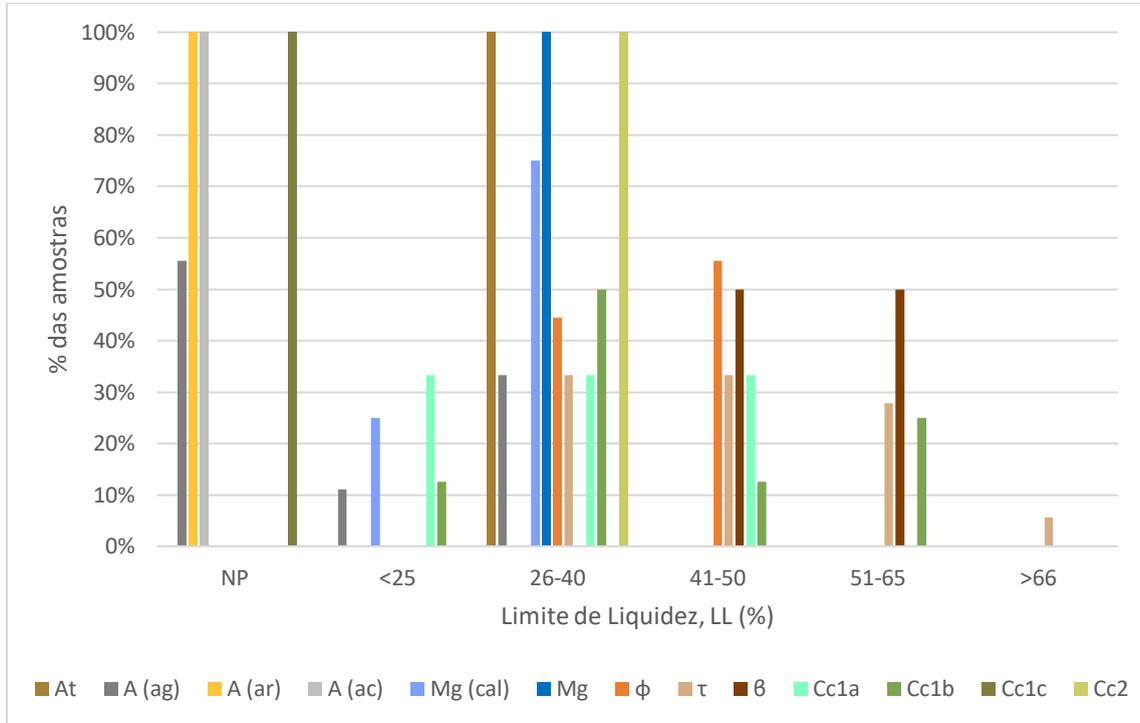


Figura 5.28 - Distribuição dos valores dos limites de liquidez.

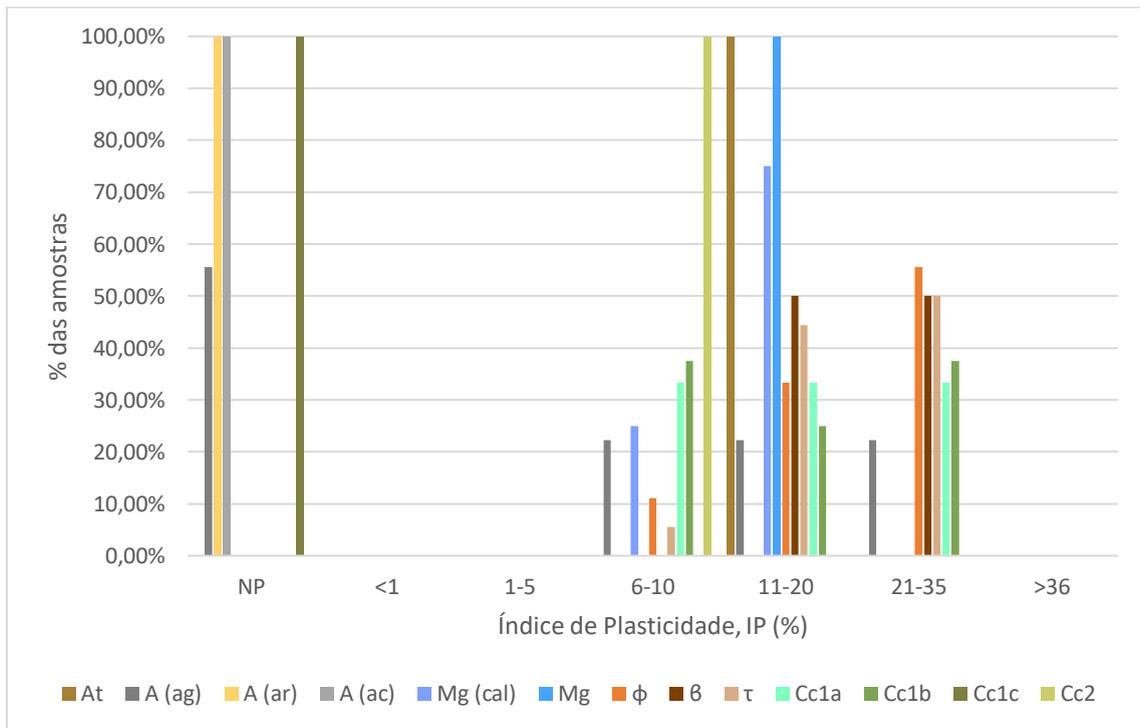


Figura 5.29 - Distribuição do índice de plasticidade.

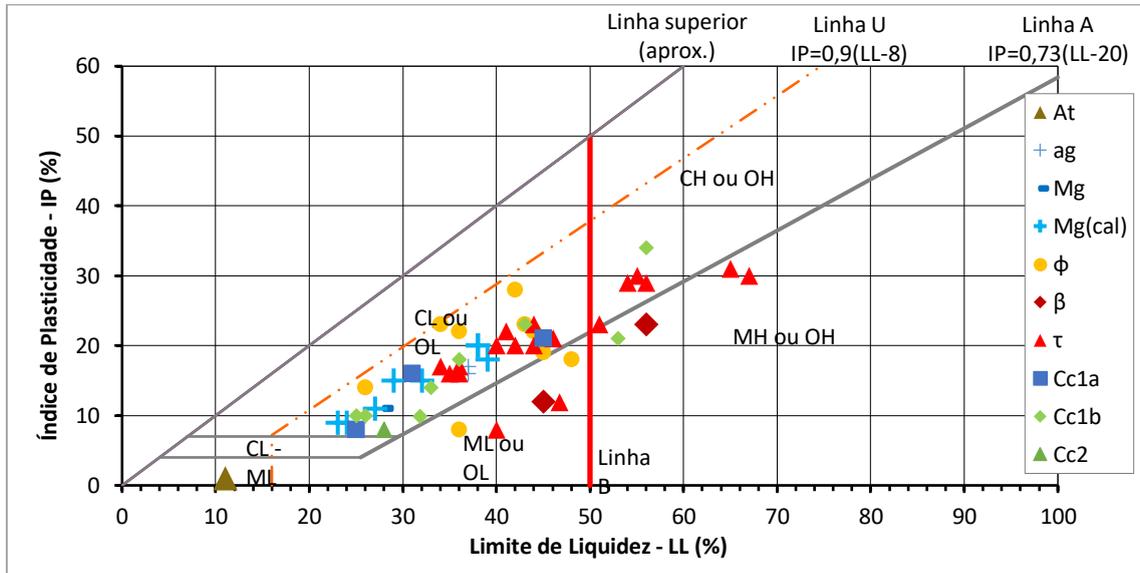


Figura 5.30 – Carta de Plasticidade com todas as amostras analisadas.

A partir dos resultados obtidos nos ensaios de identificação, foi possível fazer uma análise global sobre as amostras recolhidas, que se apresentam sobre a forma de figuras.

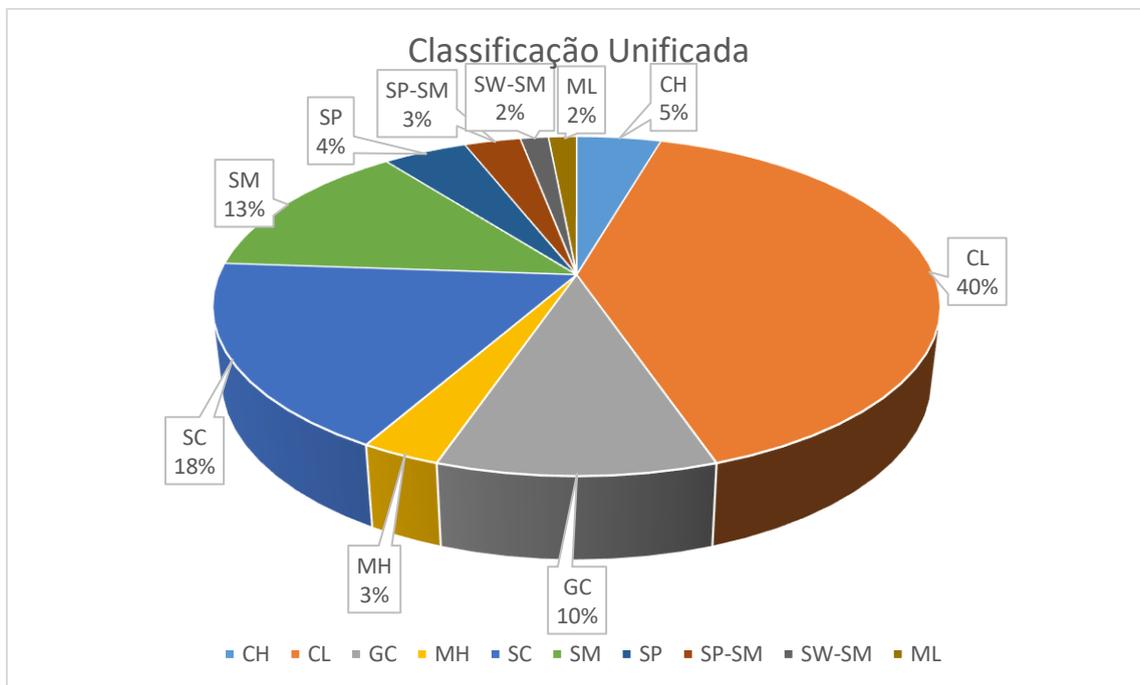
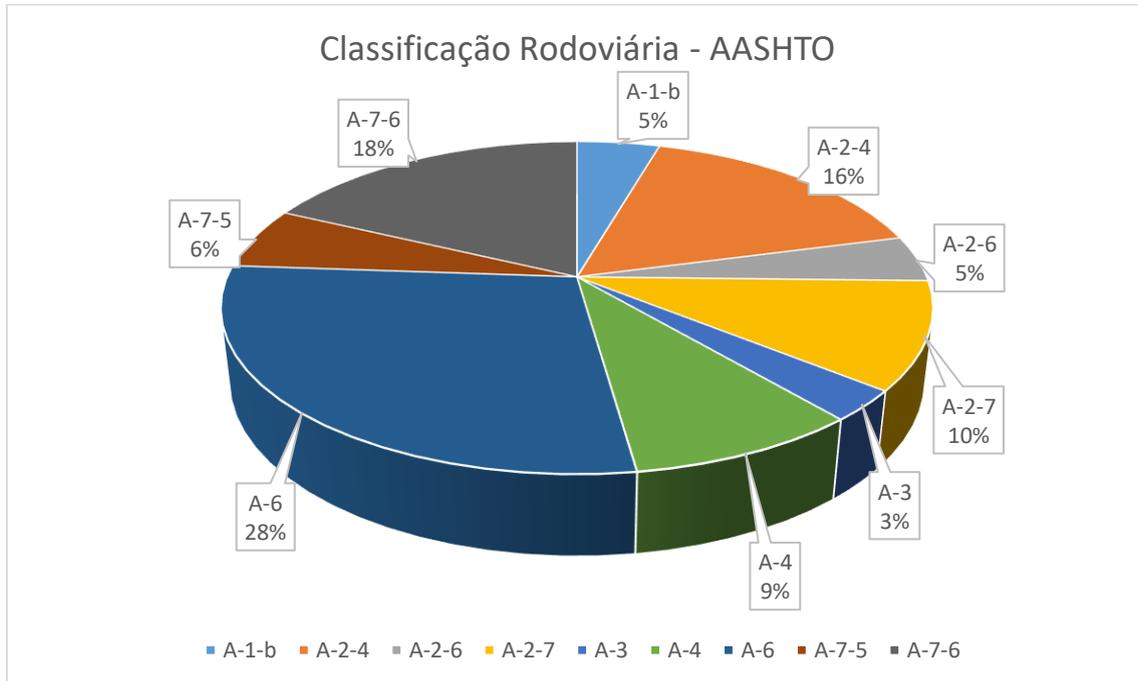


Figura 5.31 - Classificação de solos (Unificada)



x\

Figura 5.32 - Classificação de solos (rodoviária).

Da análise destes elementos constata-se, de um modo geral, que:

- A percentagem de finos (% 0,075 mm) para $A_{(ar)}$ e C_{C1d} é inferior a 12; para a $A_{(ag)}$, Φ e C_{C1c} , situa-se compreendida entre 13-85%; o $Mg_{(cal)}$; o CVL (β e τ) e a formação da Caneças” (C_{C2}) podem atingir valores superiores a 86%. A formação C_{C1a} e C_{C1b} , possuem percentagens compreendidas entre 36 – 35% e 13 – 20%, respetivamente.
- De acordo com a distribuição granulométrica das amostras ensaiadas, verifica-se que as curvas granulométricas das amostras relativas aos depósitos aluvionares, de natureza essencialmente arenosa [$a_{(ar)}$], no Vale de Alcântara, apresentam distribuição característica de solos com potencial de liquefação. Assinala-se ainda que os valores de N_{spt} que lhe estão associados são de 9, 16, 17 e 18 na sondagem SC25 e de 3, 7, 60(26cm) e 45 na sondagem SC26.1Pz. O nível de água registou-se aos 5,05 m de profundidade no final da furação. Na fase seguinte dos Estudos deverão ser desenvolvidos Estudos específicos de liquefação.
- Em termos de plasticidade os solos aluvionares ($A_{(ar)}$ e $A_{(ag)}$) apresentaram uma tendência Não plástica, tendo sido classificados como NP ou com $IP < 5$. As formações de idade Miocénica ($M_{(ag)}$ e $M_{(cal)}$) apresentaram valores compreendidos entre 6 – 20 e 11-20%, respetivamente. A formação Oligocénica (Φ), os Tufos Vulcânicos (τ) e a “Formação de Caneças” (C_{C2}) apresentaram valores compreendidos entre 6-3. Para o caso dos basaltos (β), estes obtiveram valores entre 2-20. Relativamente à formação dos Prazeres, as unidades C_{C1a} e C_{C1b} apresentaram valores compreendidos entre 21 e 35%, e as unidades C_{C1c} e C_{C1d} apresentaram um caráter não plástico (NP).
- Em termos de Classificação Unificada (ASTM) verifica-se uma preponderância de solos classificados como CL (argila magra), SM (areias siltosas) e SC (areias argilosas) ocorrendo ainda com frequência outros solos, como : CG (cascalho argiloso); SP (areias mal graduadas);

SP-SM (areias mal graduadas a siltosas); MH (Silte elástico); CH (argila elástica); SW-SM () e ML (silte magro).

- Segundo a Classificação Rodoviária (AASHTO) os solos são essencialmente classificados como A-6 e A-7-6 (solos argilosos), porém ocorrem também solos classificados como A-2-4 e A-2-7 (seixo e areia siltosos e argilosos); A-4 (solos siltosos); A-7-5 (solos argilosos) e A-2-6 (seixo e areia siltosos e argilosos).

Com a realização dos ensaios de laboratório foi possível avaliar as amostras quanto à sua atividade (Figura 5.33) e quanto ao potencial de expansão do solo (Figura 5.34).

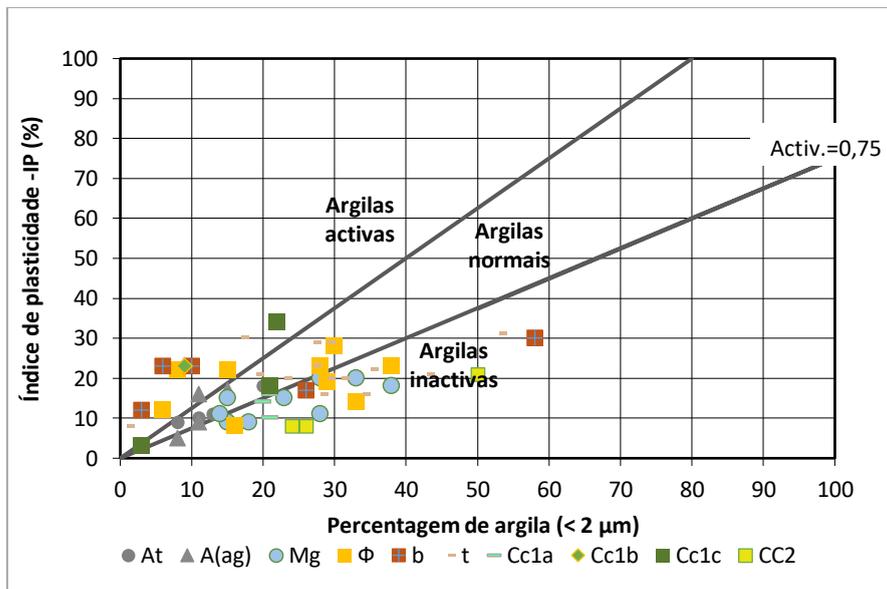


Figura 5.33 – Caracterização da atividade da fração argilosa dos solos, relativamente à expansibilidade de segundo Skempton, A. W. (1953). "The Colloidal Activity of Clays". International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE).

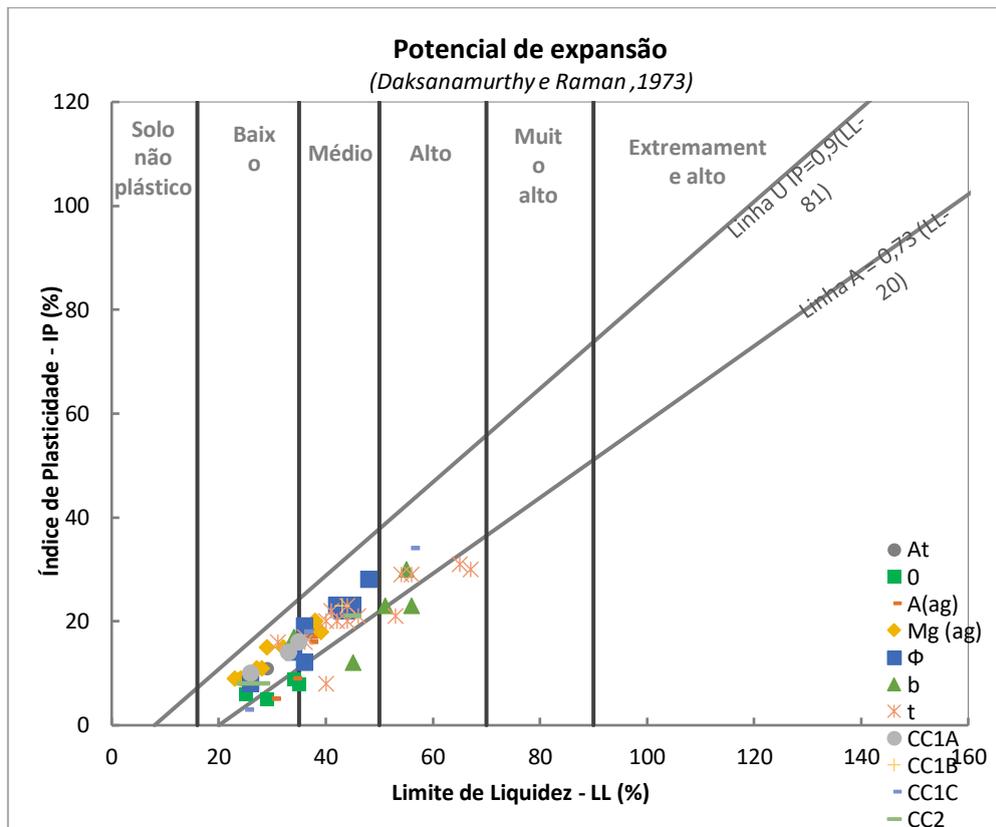


Figura 5.34 - Relação entre os limites de consistência e o potencial de expansão (Daksanamurthy e Raman ,1973).

De acordo com a Figura 5.34, pode-se verificar que, a maior parte das amostras apresentam um potencial de expansão baixo a médio. Verifica-se que apenas amostras do CVL e uma amostra de aluvião argiloso, apresentam um potencial de expansão alto.

5.6 Ensaios de laboratório (sobre amostras rochosas)

Com o objetivo de caracterizar o maciço rochoso foram selecionados tarolos de rochas a partir do testemunho das sondagens mecânicas, os quais foram submetidos a ensaios de laboratório, nomeadamente:

- ensaios de determinação do peso volúmico;
- ensaios de determinação da porosidade.
- ensaios de absorção de água;
- ensaios de ultrassons;
- ensaios de compressão uniaxial;
- Ensaios de Expansibilidade;
- Ensaios de carga pontual
- Ensaios de Dureza e Abrasividade

No Quadro 13 apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios realizados sobre provetes rochosos.



Quadro 13 - Síntese dos resultados obtidos nos ensaios de laboratório em amostras rochosas.

Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC1	19,80-20,30	Cc1c	0,1	26,1	36,5	23,7	0,23	27,1	26,9	0,7	0,2	6113	3014	0.17	0.06	-	6,2	-
	SC1	25,25 – 25,45	Cc1d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-
	SC1	34,40 – 34,80	Cc2a	5,2	22,6	14,5	4,6	0,22	27,1	26,6	2,1	0,8	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	15,50 – 16,30	Cc1a	1,3	24,1	11,2	1,8	0,08	(1)	(1)	(1)	(1)	4844	3183	1.27	0.86	-	0,4	0,5
	SC2	20,60 – 21,00	Cc1b	0,1	27,0	56,2	27,3	0,21	26,3	26,7	1,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	28,80 – 29,70	Cc1d	0,1	25,9	42,6	13,4	0,29	27,1	26,3	2,7	1,0	5774	2760	0,2	0.0	-	6,3	-
	SC3	17,50 – 18,00	Cc1b	1,2	25,0	7,8	3	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC3	20,40 – 20,80	Cc1b	1,2	24,6	35,7	S/L	S/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC3	26,40 – 26,55	Cc1c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC3	30,00 – 30,50	Cc1d	0,1	26,5	28,3	5,1	S/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC3	33,00 – 33,50	Cc1d	0,4	26,6	50,7	18,6	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC4	17,00 – 17,50	Cc1a	1,1	24,2	9,7	2,5	0,26	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(4)	0.71	0.98	-	0.7	
	SC4	21,00 – 22,00	Cc1b	0,8	25,3	29,4	11,1	0,61	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	0.02	0.00	-	1.2	



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC4	34,00 – 34,50	Cc1d	0,4	25,9	33,2	14,0	0,25	-	-	-	-	4804	2732	-	-	-	-	-
	SC5	12,00 – 12,40	Φ	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC5	16,30 – 17,00	β	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	4.83	1.02	-	-	-
	SC6	24,50 – 25,00	Cc1a	2,1	24,4	4,7	0,8	0,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC7	13,20 – 14,50	Φ	3,5	19,8	8,0	1,4	0,27	(1)	(1)	(1)	(1)	2403	1127	0.59	0.91	-	-	-
	SC7	19,00 – 19,30	Cc1a	6,5	22,0	3,6	2,0	0,42	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	0.07	0.1	-	-	-
	SC7	20,00 – 20,50	Cc1a	1,9	23,3	3,0	0,3	0,38	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	0.16	0.22	-	-	-
	SC8	12,30 – 12,50	β	5.9	24.3	31.4	7.3	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC8	20,10 – 20,50	Cc1c	0.1	25.8	27.2	10.0	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC8	26,00 – 26,50	Cc1c	0.1	25.9	14.8	4.2	0.29	27.0	26.6	1.6	0.6	5299	1928	0.09	0.11	-	7.6	-
	SC8	27,00 – 27,60	Cc1c	0.1	26.6	61.7	17.9	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC9	24,50 – 24,90	Cc1c	0.1	33.1	26.2	9.4	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC9	24,90 – 25,40	Cc1c	0.0	25.8	48.7	12	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC9	30,70 – 31,00	Cc1c	6.4	24.5	37.8	12.6	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)			
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular	
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC10	19,00 – 19,30	Cc1c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC10	20,25 – 20,60	Cc1c	0.0	26.3	34.3	9.5	0.27	26.9	26.7	0.6	0.2	6243.0	3172	6243.0	3172	12.9	-	-	
	SC10	22,00 – 22,40	Cc1c	0.1	26.1	24.6	28.4	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SC10	27,00 – 27,60	Cc1d	0,1	25,9	31,4	9,1	0,11	-	-	-	-	5176	2048	-	-	8,7	-	-	
	SC10	28,50 – 29,00	Cc1d	0,1	25,9	36,4	8,2	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SC10	30,40 – 30,80	Cc1d	0,4	25,1	21,2	3,6	0,33	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	3.97	2.57	-	-	-	
	SC10	31,50 – 32,50	Cc1d	0,4	24,8	15,9	3,0	0,24	27,0	25,3	6,6	2,6	4464	2267	0.36	0.0	5.5	-	-	
	SC10	41,00 – 41,80	Cc2a	1,4	22,2	21	3,8	0,3	26,60	22,4	15,5	6,9	3981.0	1987	0.53	0.20	5.2	-	-	
	SC11	28,90 – 29,10	Cc1d	0,1	26,1	75,4	20	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SC11	37,35 – 37,60	Cc2a	0,7	23,3	20,8	5,2	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SC11	41,50 – 41,95	Cc2a	1,5	21,9	17,3	2,2	0,27	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	0.35	0.11	-	-	-	
	SC12	26,80 – 27,00	Cc1c	0,0	17,9	18,2	5,4	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SC12	28,00 – 28,25	Cc1c	0,0	25,8	25,9	5,0	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SC12	29,50 – 29,75	Cc1c	0.1	26,1	31,0	4,6	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)			
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular	
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC12	36,10 – 36,35	Cc1d	0.3	25,2	28,2	17,9	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC12	38,60 – 38,80	Cc1d	0.1	24,5	44,3	7,7	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC14	10,50 – 11,00	β	-	-	-	-	-	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	3,99	0,76	-	0,5	0,7	-
	SC14	11,50 – 12,00	β	6.3	20,2	2,6	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-	4,16	1,02	-	-	-	-
	SC14	15,10 – 15,80	Cc1a	0.1	26,2	40,4	13,0	(3)	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	0,02	0,0	-	4,6	-	-
	SC14	17,20 – 17,50	Cc1b	0.1	26,4	91,9	25,6	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC14	23,00 – 23,70	Cc1c	0.1	26,0	64,5	12,5	0,25	27,1	26,9	0,8	0,3	4012	2661	0,13	0,02	-	7,0	-	-
	SC14	24,00 – 24,80	Cc1c	0,0	26,0	28,5	8,5	0,18	27,0	26,7	1,1	0,4	6268	2365	0,09	0,04	-	4,8	-	-
	SC14	35,40 – 36,00	Cc1d	0,1	26,1	4,3	3	(2)	27,0	26,8	0,8	0,3	4114	2236	0,2	0,01	-	4	-	-
	SC14	37,50 – 38,50	Cc1d	0,4	25,7	25,8	2,3	0,25	27,2	26,5	2,6	1,0	5528	2651	0,2	0,12	-	4,6	-	-
	SC14	45,00 – 45,70	Cc1d	0,1	25,2	59,8	25,2	0,14	26,5	24,6	7,3	3,0	5460	2154	0,63	0,0	-	4,6	-	-
	SC15	15,20 – 16,00	β	9,3	1,8	3,5	1,0	0,26	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	0,73	0,12	-	-	-	-
	SC15	23,00 – 24,00	β	10,6	17,2	1,3	0,2	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(4)	2,66	1,60	-	0,5	-	-
	SC15	26,30 – 26,80	Cc1b	0,8	22,9	23,0	4,2	0,19	(1)	(1)	(1)	(1)	3419	1723	0,61	0,00	-	4,2	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC15	38,50 – 39,00	Cc1c	0,1	25,9	29,4	15,7	(2)	27,0	26,6	1,2	0,5	6134	2375	0,10	0,00	-	7,7	-
	SC16	20,00 – 21,00	β	6,8	20,7	6,0	0,9	0,56	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	6,3	3,04	-	0,8	-
	SC16	23,15 – 24,00	Cc1a	4,6	24,0	14,4	2,3	0,24	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	4,18	1,28	-	1,2	-
	SC16	27,00 – 27,40	Cc1b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(4)	(4)	-	-	-	-	-
	SC16	30,50 – 31,00	Cc1c	0,1	24,9	29,0	32,0	(2)	27,2	26,2	3,0	1,1	5798	2176	0,55	0,0	-	4,8	-
	SC17	27,80 – 28,30	β	5,0	23,4	5,3	2,5	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC17	32,00 – 32,30	Cc1b	2,6	25,1	49,8	9,7	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC18	12,10 – 12,80	β	4,5	24,5	22,9	3,1	0,16	29,3	24,8	15,6	6,3	-	-	0,24	0,06	-	-	-
	SC18	16,65 – 17,00	Cc1b	1,1	24,8	13,2	5,2	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC18	19,50 – 19,85	Cc1b	0,0	26,2	24,6	6,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC18	26,60 – 27,00	Cc1c	1,8	25,8	18,5	4,4	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC18	28,50 – 28,90	Cc1c	0,0	25,2	9,9	9,3	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC19	23,00 – 23,50	Cc1c	0,1	25,9	40,6	12	(2)	27,1	26,9	0,8	0,3	-	-	-	-	-	-	-
	SC19	41,00 – 41,50	Cc2a	1,1	25,1	26,8	11,4	0,26	27,4	25,8	5,7	2,2	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC20	30,20 – 31,00	Cc1d	0,2	25,5	40,1	9,6	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	33,20 – 34,00	Cc1d	0,3	24,9	32,3	10,2	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	36,00 – 36,40	Cc2	0,6	22,2	44,4	11,8	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	37,00 – 37,50	Cc2	0,5	23,4	26,4	7,4	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	37,50 – 38,00	Cc2	10,1	20,3	18,7	11,7	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	38,00 – 38,40	Cc2	1,5	22,0	5,0	1,5	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	40,70 – 41,10	Cc2	4,2	21,7	16,3	2,9	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC20	42,80 – 43,40	Cc2	2,9	24,3	6,8	2,8	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21	35,50 – 36,00	Cc2	0,4	24,9	23,7	13,1	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21	43,50 – 44,00	Cc1d	0,7	25,1	53,9	11,6	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21	44,00 – 44,50	Cc2	7,9	20,9	2,8	2,5	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	25,50 – 26,20	Cc1d	0,1	25,6	44,0	15,7	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	26,50 – 26,90	Cc1d	0,1	25,8	35,1	12,7	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	27,60 – 28,30	Cc1d	0,1	26,1	43,4	12,1	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC21A	30,00 – 30,50	Cc1d	0,4	25,5	3,1	3,2	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	34,90 – 35,20	Cc1d	0,1	24,3	35,2	8,8	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	36,00 – 36,40	Cc1d	0,1	24,6	21,2	10,2	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	38,10 – 38,70	Cc1d	0,3	24,5	21,0	4,0	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	39,50 – 40,00	Cc2	0,1	23,1	16,8	4,4	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	40,50 – 41,00	Cc2	0,1	20,4	9,7	4,7	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	42,00 – 42,60	Cc2	0,8	19,2	25,4	7,1	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	42,75 – 43,00	Cc2	1,0	22,0	33,2	9,9	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC21A	45,10 – 45,40	Cc2	5,5	22,5	10,6	2,5	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC22	14,50 – 15,00	Cc1c	0,0	26,2	21,8	10,0	0,22	27,1	26,8	0,9	0,3	6234	2445	0,21	0,0	-	9,8	-
	SC22	17,75 – 18,50	Cc1c	0,0	23,8	27,1	21,4	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC22	22,00 – 22,30	Cc1c	0,0	22,7	21,3	10,4	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC22	29,20 – 29,60	Cc1c	0,1	24,2	34,9	18,8	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC24	9,40 – 10,00	Cc1c	0,0	23,9	31,7	12,3	0,17	26,3	24,8	5,4	2,2	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC24	20,30 – 20,70	Cc1d	0,1	26,6	83,9	34,6	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC24	23,50 – 23,80	Cc1d	0,1	26,2	36,6	7,1	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC25	24,85 – 25,15	Cc2	1,3	22,9	8,9	1,6	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC25	31,40 – 32,00	Cc2	6,5	22,1	7,6	2,6	0,28	(1)	(1)	(1)	(1)	-	-	-	-	-	-	-
	SC25	35,30 – 35,70	Cc2	8,7	21,6	7,5	3,1	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC27	9,50 – 10,50	Cc1d	0,7	25,2	61,2	16,3	0,25	27,0	25,6	5,0	2,0	5189	2556	0,05	0,22	-	8,1	-
	SC27	13,30 – 13,50	Cc1d	1,8	23,7	23,1	9,4	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC27	15,60 – 15,90	Cc1d	1,3	25,0	28,5	3,6	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC27	24,00 – 25,00	Cc2	6,7	19,8	14,2	3,2	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC28	1,50 – 2,00	Cc1b	0,1	25,2	34,5	15,4	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC28	3,68 – 4,10	Cc1b	0,0	22,2	12,5	3,9	0,3	-	-	-	-	3015	1609	-	-	-	7,0	-
	SC28	9,50 – 9,80	Cc1c	0,1	25,8	44,4	11,1	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC28	11,50 – 12,00	Cc1c	0,1	26,4	49,0	11,8	0,22	-	-	-	-	5866	2317	-	-	-	-	-
	SC28	18,20 – 18,50	Cc1d	0,1	24,7	15,9	6,8	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)			
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular	
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC28	18,50 – 18,90	Cc1d	0,2	25,0	30,0	11,4	0,2	-	-	-	-	5156	2670	-	-	-4,0	14,9	-	
	SC28	24,00 – 24,50	Cc1d	12,6	19,3	5,6	2,9	0,19	-	-	-	-	2717	1315	-	-	-	5,4	-	
	SC28	25,00 – 25,50	Cc2	2,0	24,6	22,9	9,5	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,7	-	
	SC28	25,70 – 26,00	Cc2	3,6	23,7	29,2	9,5	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,2	-	
	SC28	26,00 – 26,30	Cc2	5,4	22,0	25,3	3,1	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	-	
	SC28	30,00 – 30,30	Cc2	6,7	22,5	29,1	6,3	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,3	-	
	SC28	31,50 – 32,00	Cc2	2,9	24,2	30,6	5,5	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	-	
	SC29	5,00 – 5,40	Cc1b	0,5	26,0	17,1	7,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC29	11,5 – 12,00	Cc1d	2,0	23,7	45,7	17,5	0,25	25,9	23,3	9,9	4,3	5091	2258	0,01	0,00	-	3,5	-	
	SC29	17,00 – 17,70	Cc1d	1,7	22,4	9,8	2,3	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC30	0,60 – 0,90	Cc1c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC30	16,60 – 17,10	Cc1c	0,1	26,1	76,2	43,8	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC30	22,70 – 23,10	Cc1d	0,7	25,0	17,1	5,4	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC31	3,70 – 4,00	Cc1a	0,0	26,2	57,7	(3)	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC31	4,70 – 5,00	Cc1a	0,3	23,9	17,4	4,9	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC31	8,80 – 9,10	Cc1b	1,1	23,8	21,2	4,9	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC31	12,50 – 13,00	Cc1c	3,0	22,7	9,9	4,3	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC31	15,20 – 15,50	Cc1d	0,1	26,5	32,4	6,7	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC32	2,40 – 2,70	Cc1b	0,3	26,0	26,6	6,0	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC34	8,50 – 8,80	Cc1a	0,5	26,4	45,0	20,0	0,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC34	12,40 – 12,78	Cc1c	0,1	25,1	18,6	7,2	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC34	20,90 – 21,10	Cc1c	0,0	24,9	24,2	3,8	0,26	26,7	25,3	3,9	1,5	-	-	0,44	0,00	-	-	-
	SC34	21,20 – 21,40	Cc1c	1,3	24,4	44,7	17,2	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC34	30,00 – 30,50	Cc1c	0,4	23,6	26,2	13,2	0,15	26,5	25,3	4,6	1,8	4929	2368	0,35	0,00	-	-	-
	SC34	34,20 – 34,70	Cc1d	0,4	26,5	27,7	7,6	(2)	27,1	26,6	2,1	0,8	-	-	0,36	0,17	-	-	-
	SC35	8,00 – 8,50	Cc1a	-	-	-	-	-	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(4)	-	-	-	3,0	-
	SC35	8,50 – 9,20	Cc1b	-	-	-	-	-	27,1	26,6	1,8	0,7	6176	2136	-	-	-	8,8	-
	SC35	14,40 – 14,70	Cc1c	0,1	25,8	54,2	18,2	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (150)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC35	16,20 – 16,90	Cc1c	0,1	25,9	124,2	37,6	(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	-
	SC35	17,10 – 17,70	Cc1c	0,1	25,5	49,7	10	0,29	26,6	26,3	1,0	0,4	6026	2396	-	-	-	8,1	-
	SC35	18,50 – 18,80	Cc1c	0,0	24,2	52,5	15,8	0,48	-	-	-	-	5978	2940	-	-	-	8,8	-
	SC35	19,70 – 20,10	Cc1c	0,1	25,9	129,2	37,0	0,19	-	-	-	-	6301	2281	-	-	-	9,4	-
	SC35	26,90 – 27,10	Cc1c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC36	26,35 – 26,55	Cc1d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC36	26,70 – 27,00	Cc1d	1,6	23,4	17,2	11,8	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	23,50 – 23,80	β	5,0	23,1	17,5	7,2	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	31,80 – 32,00	Cc1b	1,0	25,4	4,5	1,4	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	32,20 – 32,50	Cc1b	1,0	24,8	10,2	3,5	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	34,90 – 35,20	Cc1b	0,4	24,5	9,8	1,7	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	35,20 – 35,70	Cc1b	1,0	24,6	5,6	1,2	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	35,70 – 36,00	Cc1b	1,0	24,3	15,0	6,5	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	37,20 – 37,50	Cc1b	1,1	24,5	88,0	2,0	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)		
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular
CAMPANHA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA SUL, S.SEBASTIÃO II – ALCÂNTARA, DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.	SC37	38,80 – 39,00	Cc1b	1,3	24,1	8,6	3,9	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	40,00 – 40,40	Cc1b	0,8	24,2	7,5	3,1	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	40,40 – 40,80	Cc1b	0,7	24,9	17,3	4,4	0,37	27,1	22,1	18,7	8,6	-	-	-	-	-	-	-
	SC37	41,00 – 41,25	Cc1b	0,1	26,0	378	7,2	(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)	SG63	16,90-17,30	Cc1c	-	-	30,1	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG63	19,80-20,10	Cc1c	-	-	96,7	86,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG64	10,5-10,75	Cc1b	-	-	35,8	38,9	(3)	26,96	25,75	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG64	12,10-12,60	Cc1c	-	-	65,2	70,7	(3)	27,24	26,76	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG64	31,30-31,50	Cc1c	-	-	56,9	-	-	27,16	26,56	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG64	36,60-36,90	Cc1c	-	-	33,8	23,2	(3)	26,99	26,62	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG65	31,70-32,00	Cc1b	-	-	-	-	-	26,76	26,25	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG65	33,00-33,20	Cc1b	-	-	-	-	-	27,03	26,34	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG65	35,25-35,60	Cc1b	-	-	-	-	-	26,52	24,94	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-
SG65	36,50-36,85	Cc1c	-	-	57	50,5	(3)	26,97	26,84	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	



Estudo	Sondagem	Profund. (m)	Unidade	Compressão Uniaxial					Massa Volúmica				Ultrassons		Expansibilidade		Ensaio de Carga Pontual (I50)			
				w (%)	γ_d (kN/m ³)	σ_c (MPa)	E (Gpa)	Coef. Poisson	Mreal (kN/m ³)	M Apa. (kN/m ³)	n	Absor. Água (%)	Vd (m/s)	Vs (m/s)	Axial (%)	Radial (%)	Tipo a Diametral	Tipo b Axial	Tipo d Irregular	
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR DO PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA, ENTRE S. SEBASTIÃO E ALCÂNTARA (METROPOLITANO DE LISBOA, 2024)	SG65	37,60-38,10	Cc1c	-	-	29,3	51,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG66	40,50-40,90	Cc1b	-	-	15,9	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG66	42,60-42,9	Cc1c	-	-	50,3	30,4	(3)	27,09	25,93	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG66	45,20-45,65	Cc1c	-	-	52,5	60,7	(3)	27,18	26,94	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG67	11,55-12,00	Cc1b	-	-	-	-	-	27,12	26,80	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG67	18,30-18,60	Cc1c	-	-	77,6	66,0	(3)	26,97	25,87	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SG67	23,00-23,40	Cc1c	-	-	58,1	65,2	(3)	26,92	26,38	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1)-Amostra degradou-se após saturação; (2) – Valores incoerentes; (3)- Sem leituras; (4)- Não realizável.

Visando a caracterização das formações rochosas ocorrentes no traçado em estudo, procedeu-se à análise das principais características geotécnicas. Neste sentido, na Figura 5.35 e Figura 5.36 apresenta-se os valores obtidos nos ensaios de identificação, designadamente, nos ensaios de porosidade e absorção de água, respetivamente, em função de cada formação geológica.

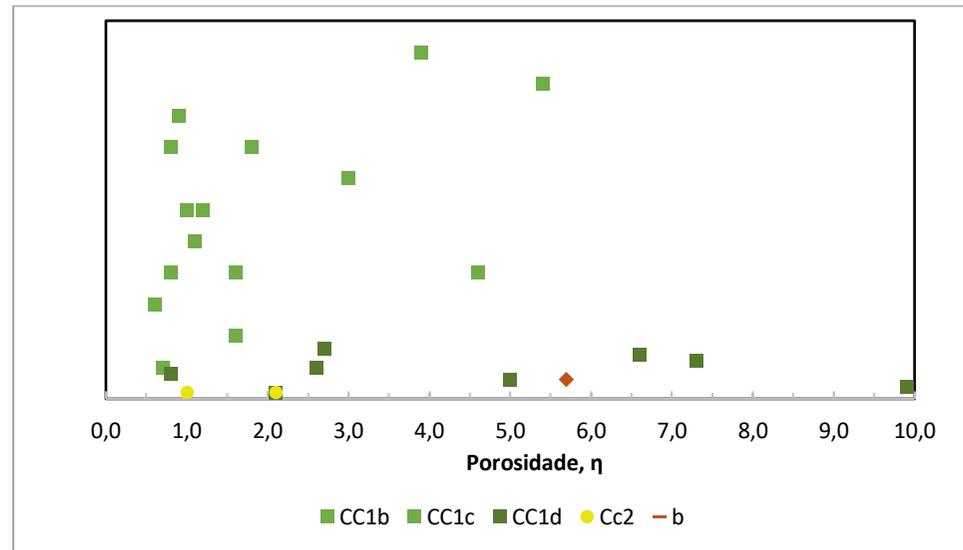


Figura 5.35- Distribuição dos valores de porosidade obtidos em cada formação.

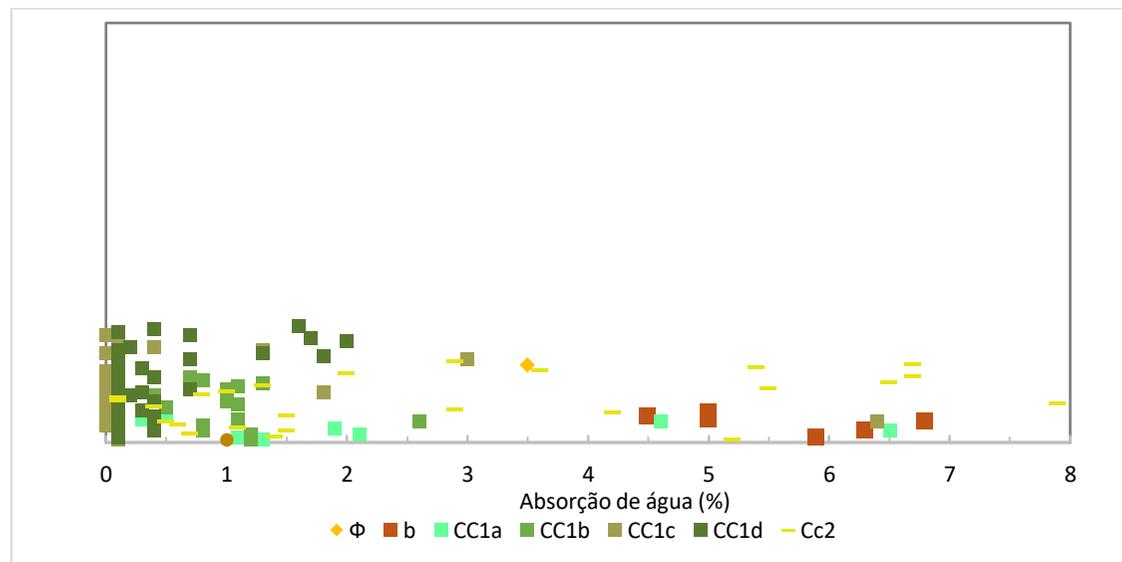


Figura 5.36- Distribuição dos valores de porosidade obtidos.

Nas figuras seguintes apresenta-se a distribuição da resistência uniaxial (Figura 5.37) e do módulo de deformabilidade (Figura 5.38) da rocha em função das unidades geológicas identificadas.

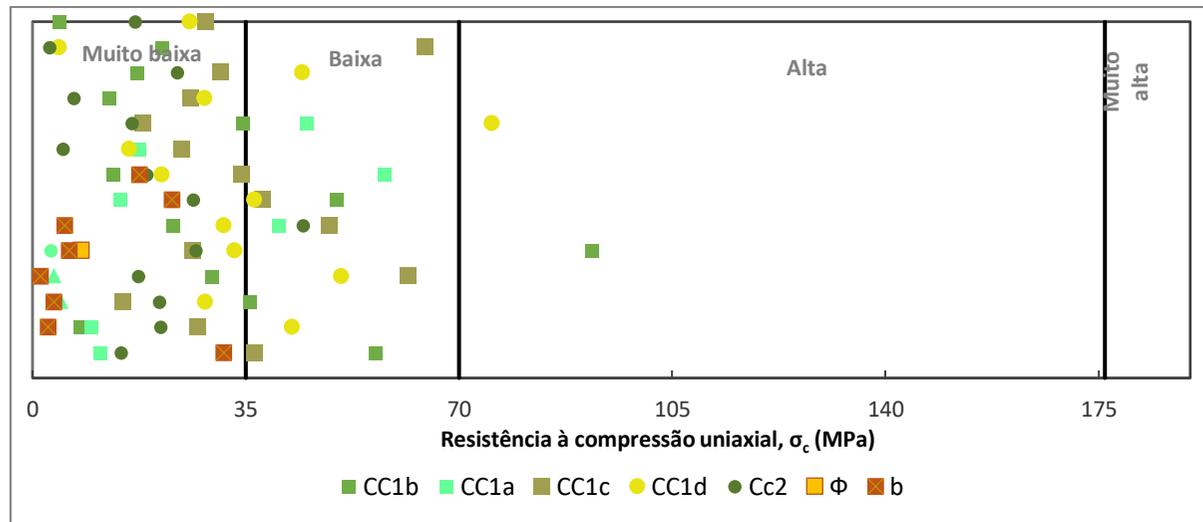


Figura 5.37- Classificação do material rochoso segundo a resistência à compressão uniaxial (Coates, 1964.)

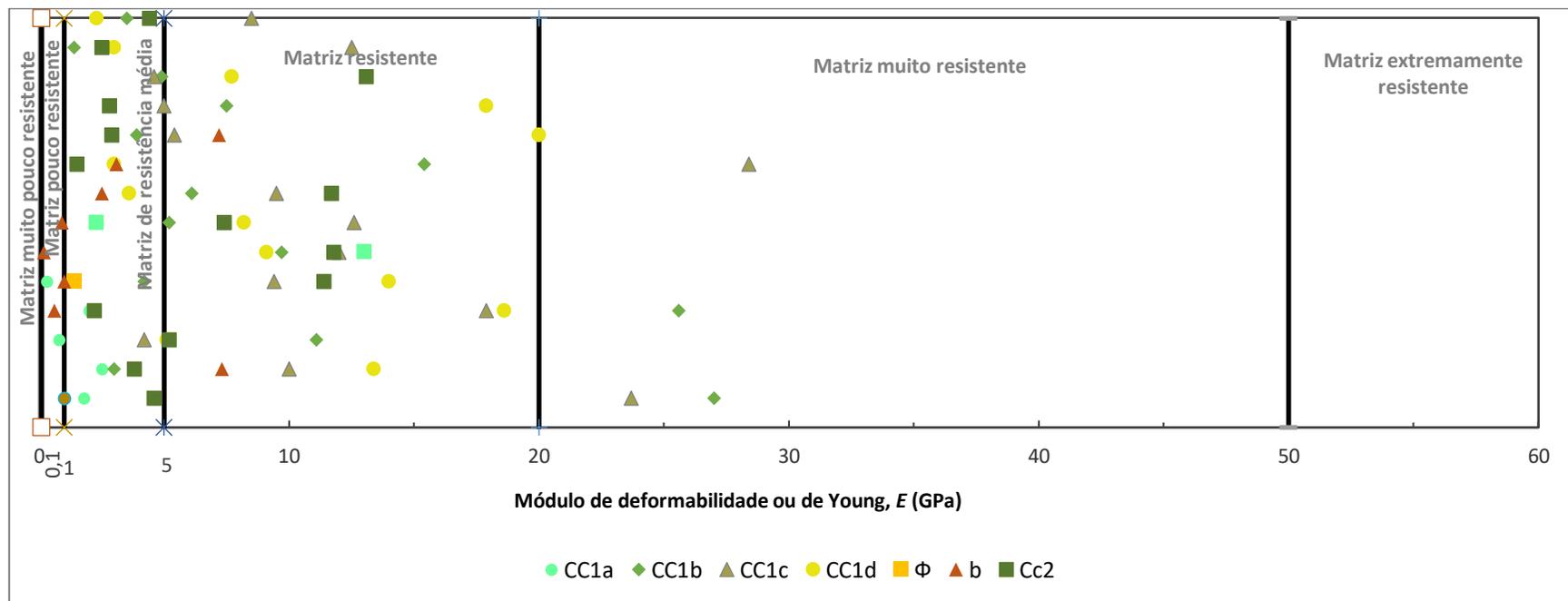


Figura 5.38- Classificação da resistência da matriz do material rochoso em função do módulo de deformabilidade ou de Young (AFES.2003).



Da análise destes elementos constata-se, de um modo geral, que:

- Os materiais intersetados pelo traçado do Túnel apresentam características de resistência à compressão e de deformabilidade modestas;
- A maior parte das formações interessadas apresentam valores baixos a muito baixos relativos à compressão uniaxial. De facto, as formações geológicas constituídas pelos tufos vulcânicos (τ) do CVL, pelas argilas e os calcários dos prazeres [M(ag) e M(Cal)], assim como os calcários margosos da Formação da Bica apresentam, os valores de resistência à compressão muito baixos a baixos;
- Quanto ao módulo de deformabilidade, verifica-se que as formações Cc1b e Cc1c, são as que apresentam valores mais elevados (valores máximos de 25,7 e 43,8 GPa);
- As formações geológicas constituídas pelos basaltos (β) do CVL e os calcários da formação Cc1c, apresentam valores de resistência à compressão uniaxial muito dispares, tendo-se obtidos valores de baixa e de elevada resistência.
- As formações onde se obtiveram maiores expansibilidade, quer axial quer radial, correspondem às formações dos tufos vulcânicos (τ) do CVL e dos calcários margosos (Cc1b) do Complexo Cretácico, o que está coerente com a natureza do material obtidos nos troços das sondagens intersetados por estas formações.

Sobre amostras rochosas foram ainda realizados ensaios de abrasividade e dureza (ensaios de Cherchar), apresentados nos quadros seguintes.

Quadro 14 - Resultados obtidos nos ensaios de Abrasividade.

Sondagem	Profund.(m)	Unidade Geológica	Abrasividade	Classe	Descrição
			A _{IN}		
SC8	26,00 – 26,50	Cc1c	1,5	A _{IN} 3	Rocha abrasiva
SC10	19,00 – 19,30	Cc1c	0,8	A _{IN} 4	Rocha pouco abrasiva
SC10	20,25 – 20,60	Cc1c	1,5	A _{IN} 3	Rocha abrasiva
SC10	31,50 – 32,50	Cc1d	0,9	A _{IN} 4	Rocha pouco abrasiva
SC10	41,00 – 41,80	Cc2	1,0	A _{IN} 4	Rocha pouco abrasiva
SC15	15,20 – 16,00	β	0,1	A _{IN} 5	Rocha muito pouco abrasiva
SC15	23,00 – 24,00	β	0,0	A _{IN} 5	Rocha muito pouco abrasiva
SC15	26,30 – 26,80	Cc1b	0,9	A _{IN} 4	Rocha pouco abrasiva
SC20	33,20 – 34,00	Cc1d	0,8	A _{IN} 4	Rocha pouco abrasiva
SC20	37,50 – 38,00	Cc2	0,0	A _{IN} 5	Rocha muito pouco abrasiva
SC21A	38,10 – 38,70	Cc1d	0,4	A _{IN} 5	Rocha muito pouco abrasiva
SC21A	39,50 – 40,00	Cc2	1,2	A _{IN} 3	Rocha abrasiva
SC28	11,50 – 12,00	Cc1c	1,2	A _{IN} 3	Rocha abrasiva
SC28	24,00 – 24,50	Cc1d	0,0	A _{IN} 5	Rocha muito branda
SC28	31,50 – 32,00	Cc2	0,9	A _{IN} 4	Rocha muito branda
SC29	17,00 – 17,70	Cc1d	0,9	A _{IN} 4	Rocha muito branda
SC30	0,6 – 0,90	Cc1c	2,4	A _{IN} 2	Rocha muito branda
SC35	16,20 – 16,90	Cc1c	1,5	A _{IN} 3	Rocha abrasiva
SC36	26,35 – 26,55	Cc1d	0,9	A _{IN} 5	Rocha muito pouco abrasiva

Quadro 15 - Resultados obtidos nos ensaios de Dureza

Sondagem	Profund.(m)	Unidade Geológica	Dureza	Classe	Descrição
			DIN		
SC7	13,20 – 14,50	Φ	11,0	DU 5	Rocha branda
SC8	26,00 – 26,50	Cc1c	>80	DU 2	Rocha muito dura
SC10	19,00 – 19,30	Cc1c	>80	DU 2	Rocha muito dura
SC10	20,25 – 20,60	Cc1c	>80	DU 2	Rocha muito dura
SC10	31,50 – 32,50	Cc1d	25,0	DU 4	Rocha medianamente dura
SC10	41,00 – 41,80	Cc2	77,0	DU 3	Rocha dura
SC15	15,20 – 16,00	β	16,0	DU 5	Rocha branda
SC15	23,00 – 24,00	β	14,0	DU 5	Rocha branda
SC15	26,30 – 26,80	Cc1b	24,0	DU 4	Rocha medianamente dura
SC20	33,20 – 34,00	Cc1d	21,0	DU 4	Rocha medianamente dura
SC20	37,50 – 38,00	Cc2	8,0	DU 5	Rocha branda
SC21A	38,10 – 38,70	Cc1d	20,0	DU 5	Rocha branda
SC21A	39,50 – 40,00	Cc2	24,0	DU 4	Rocha medianamente dura
SC28	11,50 – 12,00	Cc1c	>80	DU 2	Rocha muito dura
SC28	24,00 – 24,50	Cc1d	12,0	DU 5	Rocha branda
SC28	31,50 – 32,00	Cc2	17,0	DU 5	Rocha branda
SC29	17,00 – 17,70	Cc1d	10,0	DU 5	Rocha branda
SC30	0,6 – 0,90	Cc1c	>80	DU 2	Rocha muito dura
SC35	16,20 – 16,90	Cc1c	>80	DU 2	Rocha muito dura
SC36	26,35 – 26,55	Cc1d	>80	DU 2	Rocha muito dura

Quadro 16 - Classificação de amostras rochosas quanto à abrasividade de acordo com a classificação AFTES

Classes	Valores de Índice de Abrasividade	Termos Descritivos de Abrasividade
A _{IN} 1	>4,0	Rocha extremamente abrasiva
A _{IN} 2	2,0 – 4,0	Rocha muito abrasiva
A _{IN} 3	1,0 – 2,0	Rocha abrasiva
A _{IN} 4	0,5 – 1,0	Rocha pouco abrasiva
A _{IN} 5	>0,5	Rocha muito pouco abrasiva

Quadro 17 - Classificação de amostras rochosas quanto à dureza de acordo com a classificação AFTES

Classes	Valores de Dureza	Termos Descritivos de Dureza
DU 1	>120	Rocha extremamente dura
DU 2	80 – 120	Rocha muito dura
DU 3	40 – 80	Rocha dura



Classes	Valores de Dureza	Termos Descritivos de Dureza
DU 4	20 – 40	Rocha medianamente dura
DU 5	5 – 20	Rocha branda
DU 6	>5	Rocha muito branda

Tendo em conta as classificações AFTES, a unidade com maior abrasividade é a Cc1c da Formação dos calcários da Bica. Relativamente à dureza, também foram as amostras desta unidade que revelaram resultados mais elevados, frequentemente na classe de “rocha muito dura”.

6 CARATERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

6.1 Considerações gerais e zonamento

Conforme já foi referido, o modelo geológico interpretativo, do traçado presentemente em estudo, do prolongamento da Linha Vermelha, é constituído, por uma cobertura de depósitos de aterro assentes no substrato (Miocénico, Oligocénico, do Complexo vulcânico ou Cretácico).

Com base nos elementos apresentados nos capítulos anteriores, nomeadamente, nos trabalhos de prospeção e na experiência adquirida em estudos realizados anteriormente em formações com características semelhantes, procede-se em seguida à caracterização geológico-geotécnica das formações intersetadas pelo traçado em estudo, face aos resultados obtidos e às características da obra a implantar.

Atendendo à complexidade geológica e geotécnica das formações ocorrentes, assim como das características da obra, optou-se por separar a caracterização geológico-geotécnica das unidades geológicas em maciço terroso e maciço rochoso, dadas as suas características e propriedades intrínsecas. Neste contexto, foram identificadas várias unidades geológicas ou litoestratigráficas que se apresentam no Quadro 18. Neste sentido, apresentam-se nos capítulos seguintes uma análise e uma síntese das principais características geotécnicas dos tipos litológicos predominantes ao longo da obra em estudo.

Quadro 18 – Síntese das unidades geológicas consideradas no Estudo Geológico-Geotécnico

Estratigrafia	Formação Geológica	Simbologia	Descrição
Recente	Depósitos de Aterro	At	Aterro heterógeno, constituído por silte-arenoso, por vezes argiloso, com fragmentos líticos e cerâmicos, de cor castanho amarelado, com vestígios de vegetais;
	Depósitos Aluvionares	a(ar)	Depósitos aluvionares de natureza essencialmente arenosa
		a(ag)	Depósitos aluvionares de natureza essencialmente argilosa
		a(cg)	Depósitos aluvionares de natureza essencialmente cascalhenta
Miocénico	Argilas e Calcários dos Prazeres	M(ag)	Argilas cinzentas-esverdeadas
		M(Cal)	Calcarenitos fossilíferos, com passagens de calcários margosos

Estratigrafia	Formação Geológica	Simbologia	Descrição
Oligocénico	Formação de Benfica	F _{Fb}	Areias finas, siltosas e silto-argilosas, com seixo fino a médio. Siltes argilosos com seixo frequente.
Neocretácico	Complexo Vulcânico de Lisboa	β	Basalto, com veios calcíticos, muito a medianamente alterado, intensamente a muito fraturado, cinzento escuro, por vezes com passagens de solo residual areno argiloso. Presença de serpentina/talco.
		τ	Tufos vulcânicos silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas ocorrem por vezes passagens fortemente argilosas (elevada plasticidade).
Cretácico – Complexo Margo-calcário	Formação da Bica	C _{B1}	Argila margosa e/ou marga argilosa esbranquiçada a amarelada.
		C _{B2}	A parte superior do complexo caracteriza-se por calcário nodular amarelado a esbranquiçado com inclusões a passagens margosas frequentes, a parte inferior caracteriza-se por um calcário rosado, amarelado, esbranquiçado por vezes carsificados, umas vezes compactos outras vezes margosos, com passagens argilosas.
		C _{B3}	Calcários semi cristalinos a cristalinos com rudistas, apresentando nódulos a leitões de sílex, pouco alterados a medianamente alterados, fraturas medianamente afastadas a muito próximas. Calcário compacto branco e bege, fendilhado com prealveolinas, pouco alterado a medianamente alterado, com passagens muito alteradas a decompostas, fraturas afastadas a próximas.
	Formação de Caneças	C _{C1}	Calcário por vezes margoso, com geóides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base.
		C _{C2}	Calcário por vezes margoso, com geóides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base.

Com base nas características geológicas (essencialmente litológicas) das diferentes unidades estratigráficas, por vezes subdivididas com base em características geotécnicas como resultados de ensaios N_{spt}, ou ainda em graus de alteração e/ou fracturação, foi definido o zonamento adotado, apresentado na Figura 6.1.

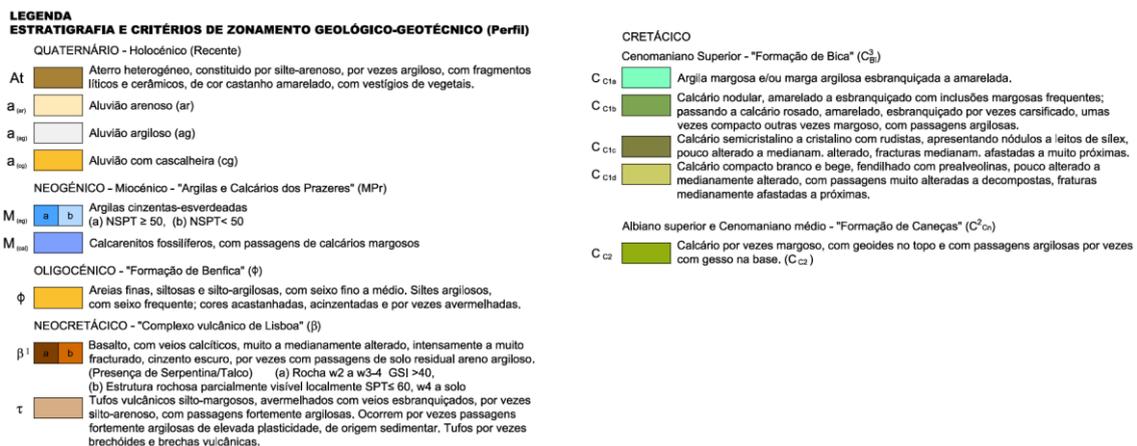


Figura 6.1 – Subunidades litoestratigráficas consideradas (Zonamento geológico).

6.2 Maciços terrosos

Neste capítulo apresentam-se as principais características geotécnicas de cada formação / unidade geológica do maciço terroso, considerando-as como unidades geotécnicas. Para além dos depósitos de aterro (At) existentes ao longo de todo o traçado em estudo, considerou-se também no presente capítulo, os depósitos aluvionares [A(ag), A(ar) e A(cg)], as unidades do substrato de natureza detrítica, tais como, as argilas da Formação dos Prazeres [M(ag)] e os tufos vulcânicos do CVL (τ), assim como, o horizonte de alteração, ou passagens mais alteradas das restantes unidades onde foi possível efetuar a recolha de amostras.

Neste contexto, nas figuras seguintes são apresentados graficamente os resultados obtidos nos ensaios sobre amostras terrosas. Designadamente, na Figura 6.2 à Figura 6.6 são ilustradas as curvas granulométricas, enquanto que na Figura 6.7 à Figura 6.15 é apresentada a distribuição da percentagem de finos de cada formação geológica/unidade geotécnica.

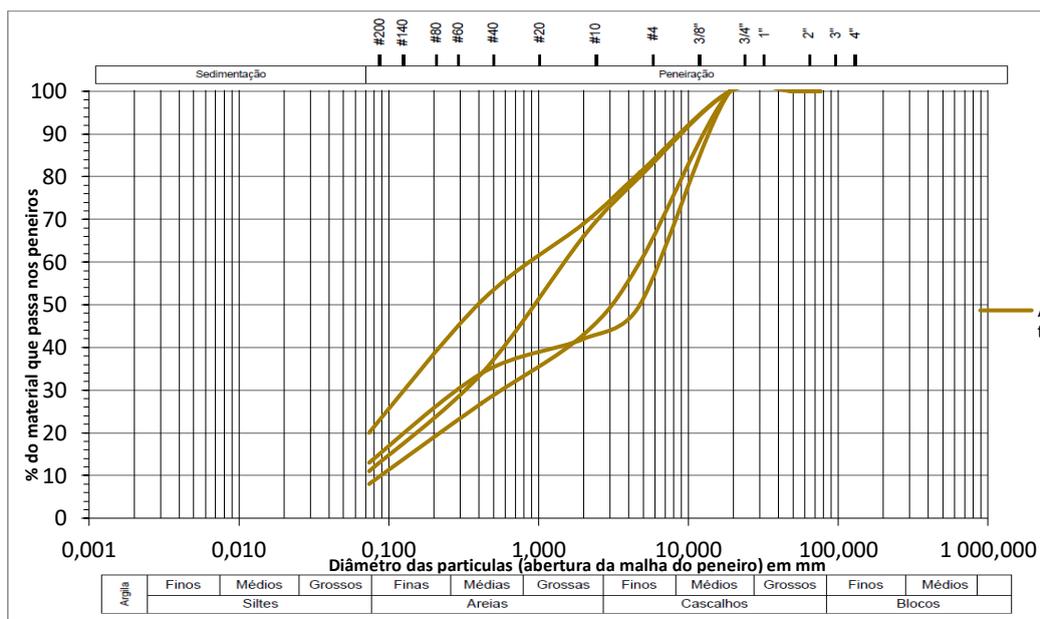


Figura 6.2 - Curvas Granulométricas referentes aos depósitos de Aterro.

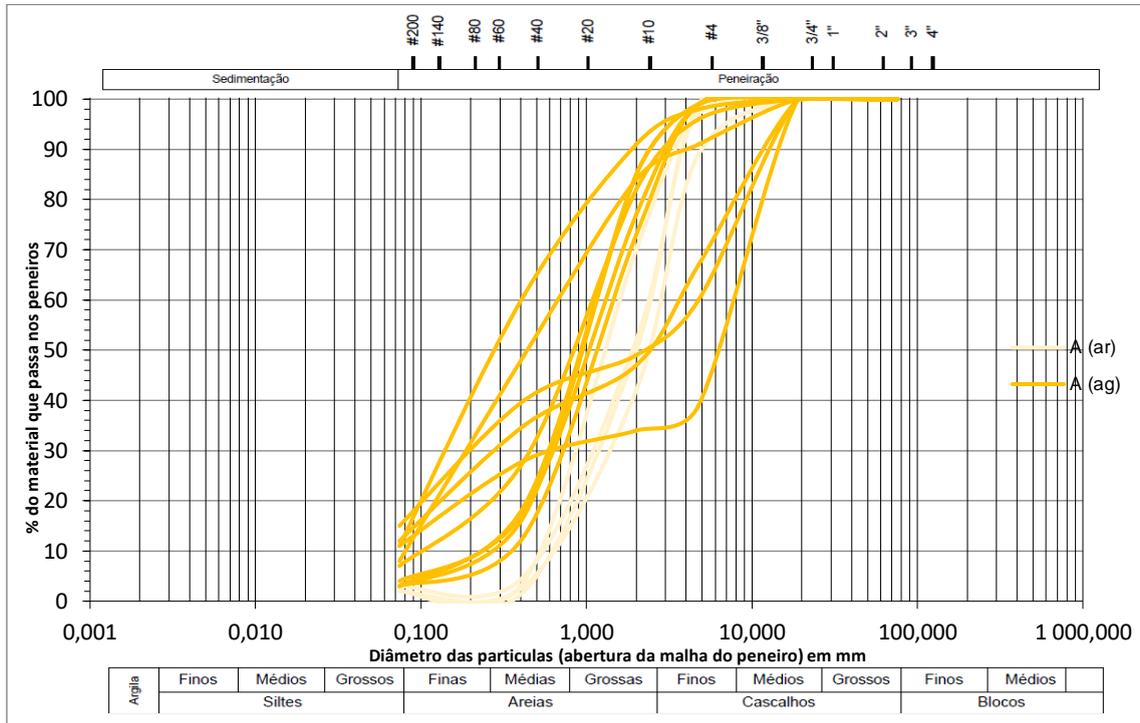


Figura 6.3 - Curvas granulométricas correspondentes aos substratos aluvionares ($A_{(ar)}$ e $A_{(ag)}$).

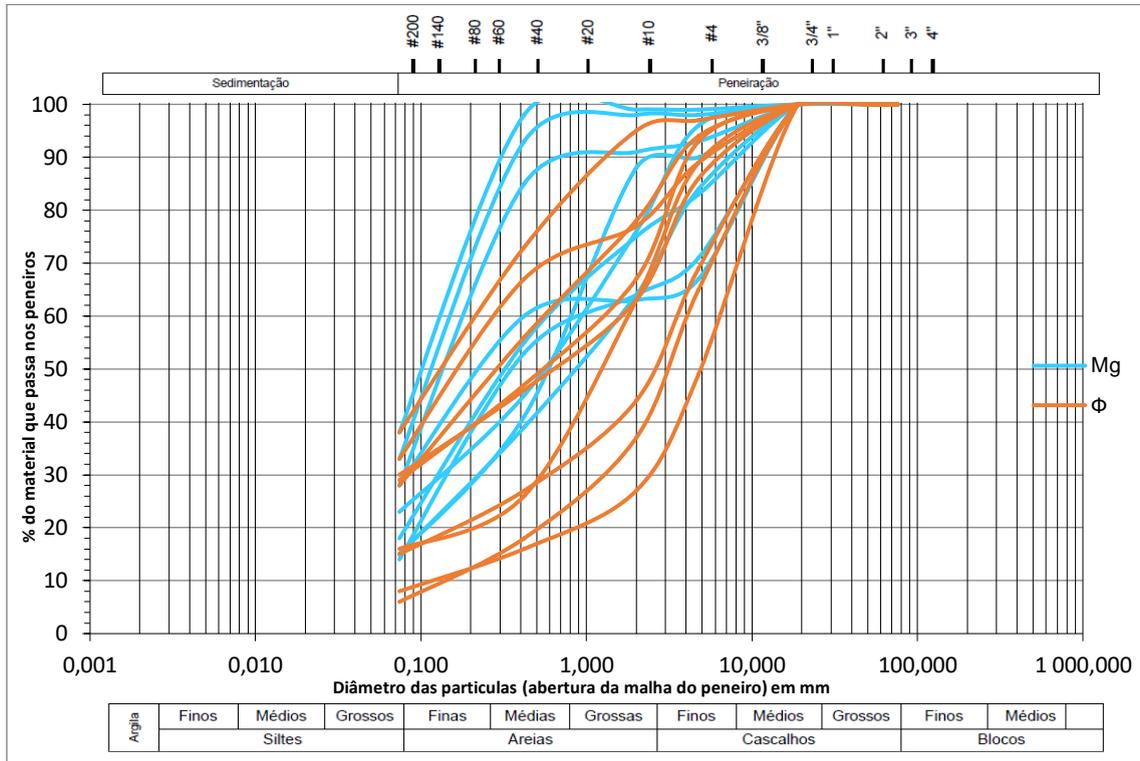


Figura 6.4 - Curvas granulométricas referentes às formações do Miocénico e do Oligocénico.

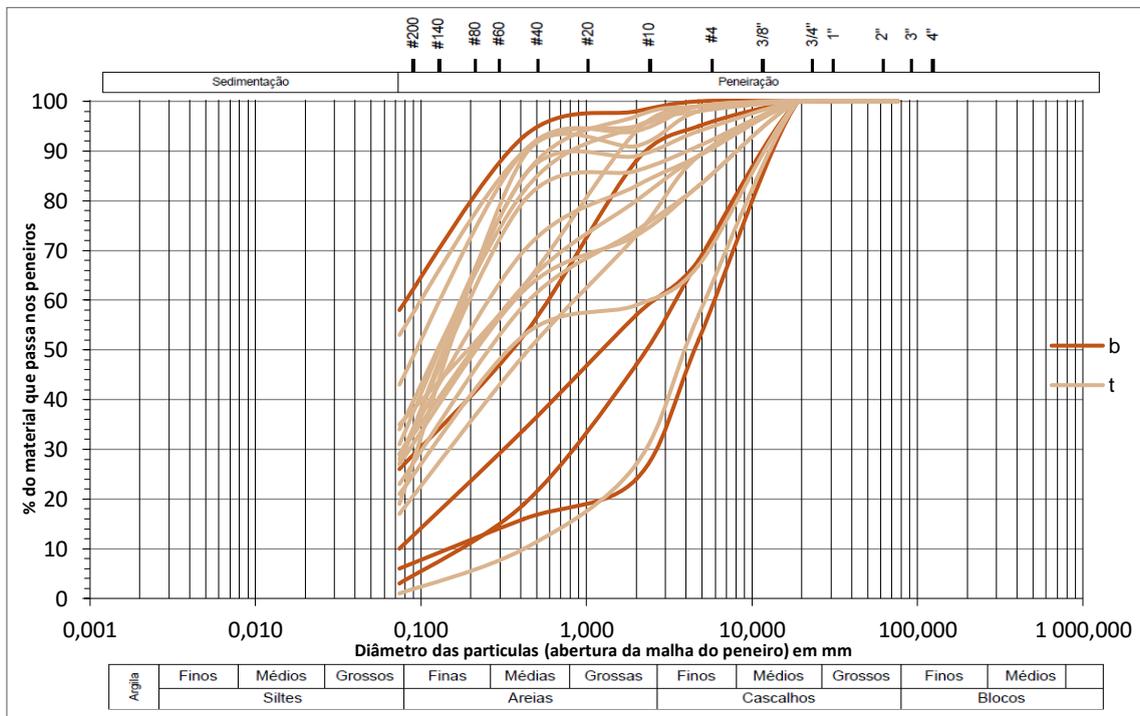


Figura 6.5- Curvas granulométricas correspondentes aos Tufos (τ) e Basaltos (β ; β_{w5-4}).

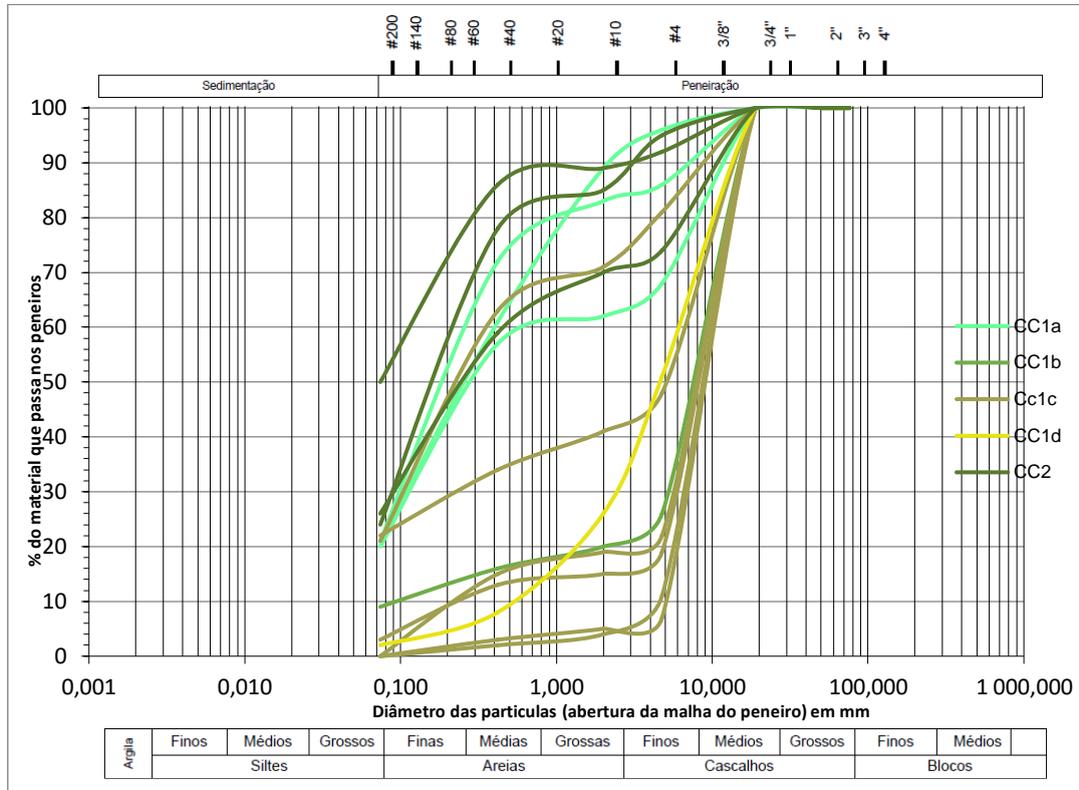


Figura 6.6- Curvas granulométricas referentes às formações pertencentes ao substrato Cretácico (C_{C1a}; C_{C1b}; C_{C1c}; C_{C1d}; C_{C2})

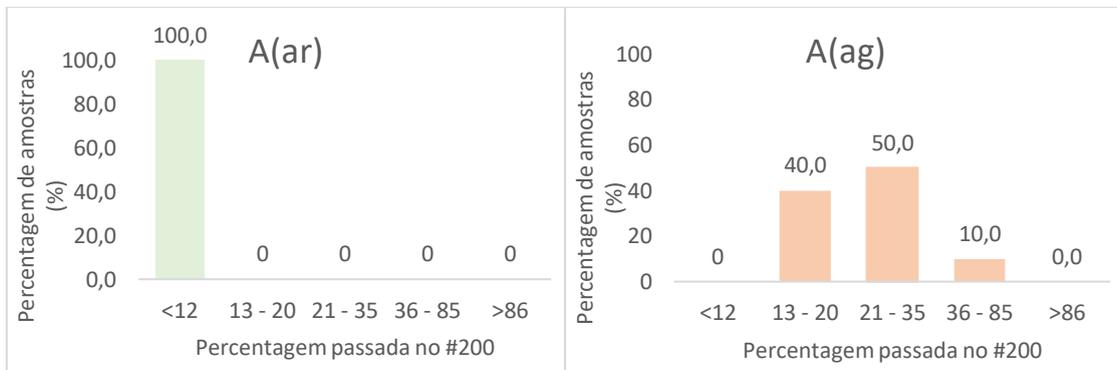


Figura 6.7 - Distribuição da percentagem de finos das formações de Aluvião arenoso e Aluvião argiloso [A(ar) e A(ag)].

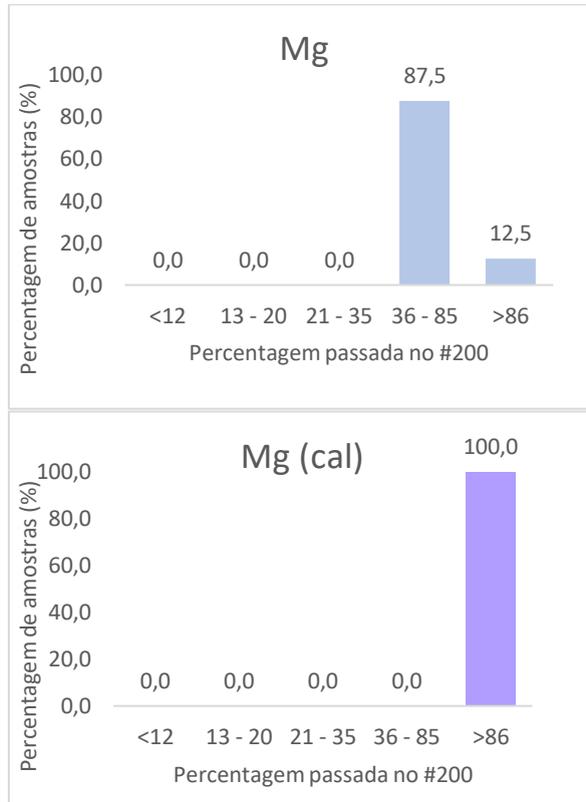


Figura 6.8 - Distribuição da percentagem de finos das formações Miocénicas [Mg(ag) e Mg (cal)]

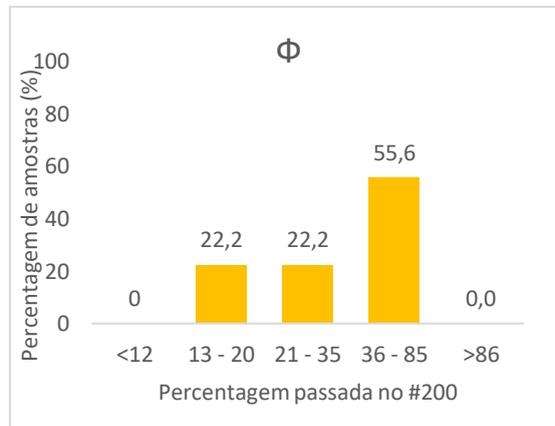


Figura 6.9 - Distribuição da percentagem de finos da formação do Oligocénico (Φ).

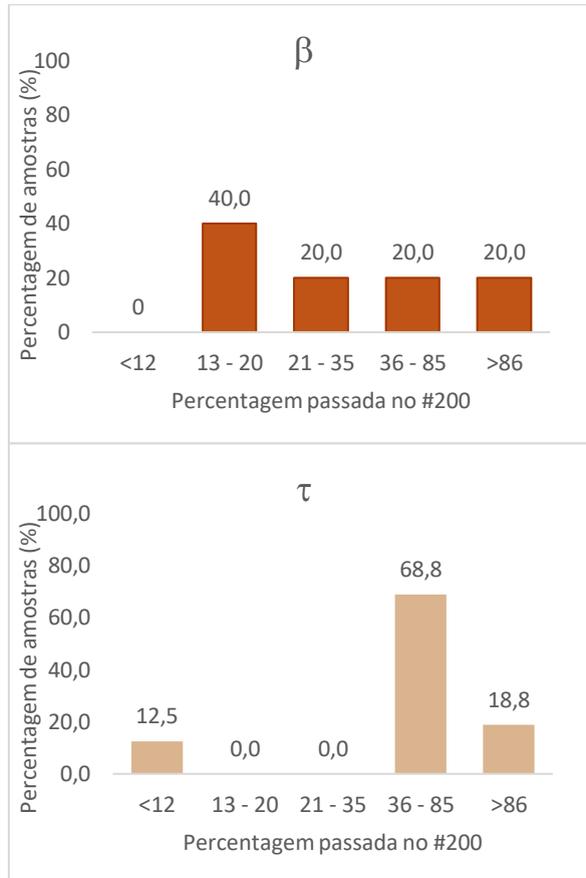


Figura 6.10 - Distribuição da percentagem de finos das formações do Neocretácico (β , τ).

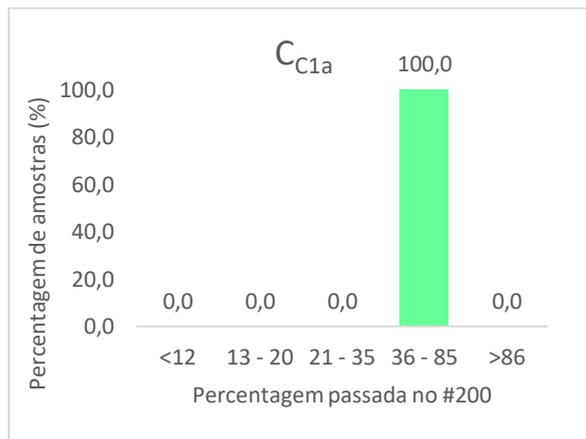


Figura 6.11- Distribuição da percentagem de finos das formações do Cretácico (C_{C1a}).

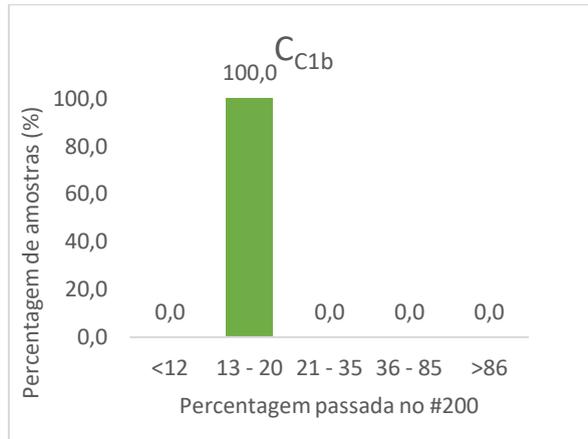


Figura 6.12- Distribuição da percentagem de finos das formações do Cretácico (C_{C1b}).

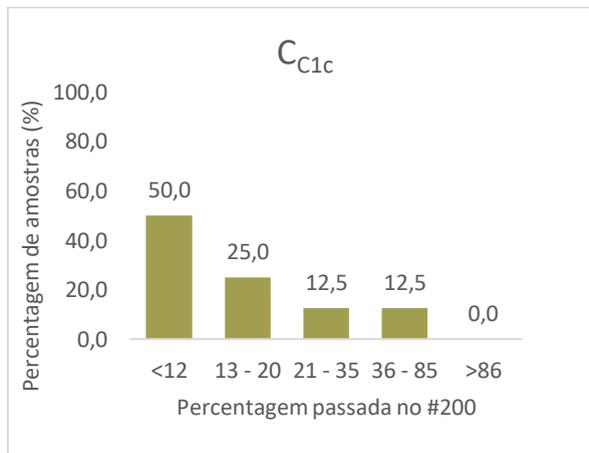


Figura 6.13- Distribuição da percentagem de finos das formações do Cretácico (C_{C1c}).

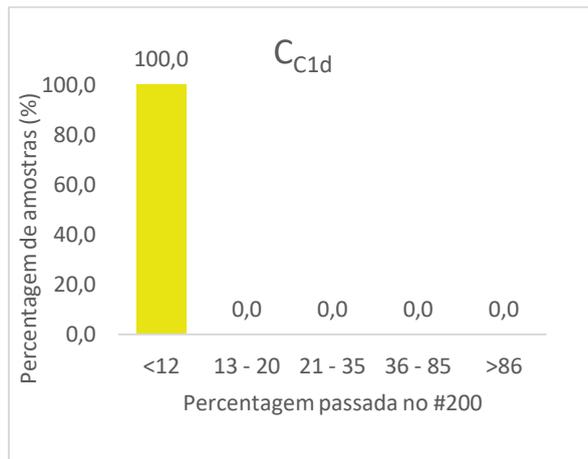


Figura 6.14- Distribuição da percentagem de finos das formações do Cretácico (C_{C1d}).

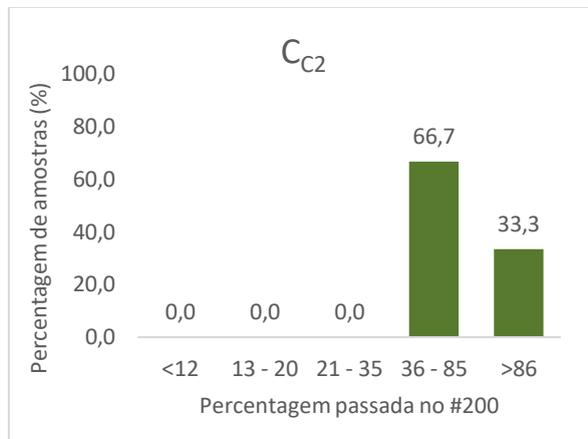


Figura 6.15 - Distribuição da percentagem de finos das formações do Cretácico (C_{C2}).

Nas figuras seguintes apresentam-se os resultados dos ensaios sobre carta de plasticidade para as diferentes unidades ensaiadas.

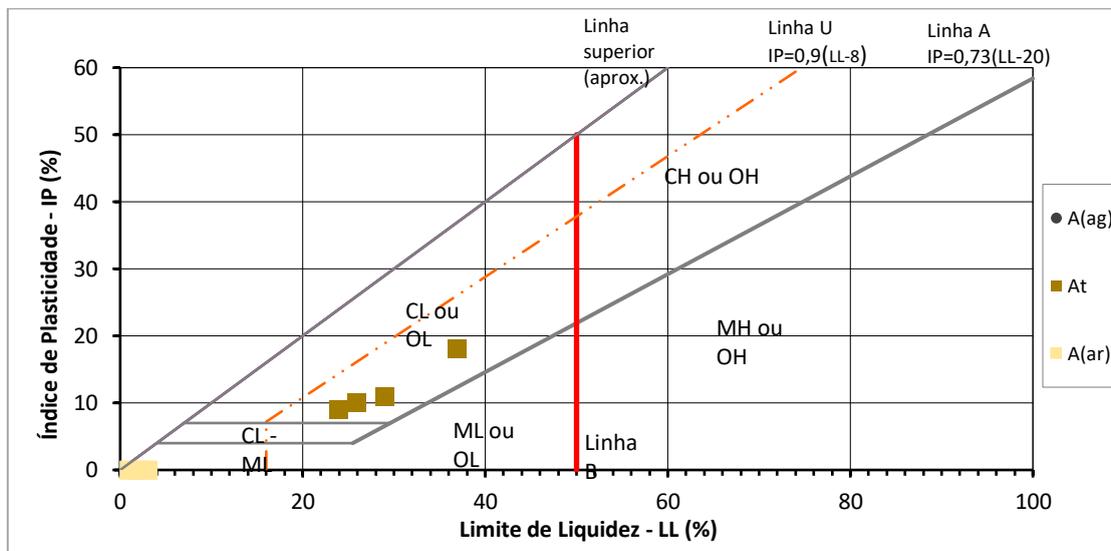


Figura 6.16 - Carta de Plasticidade das formações Recentes.

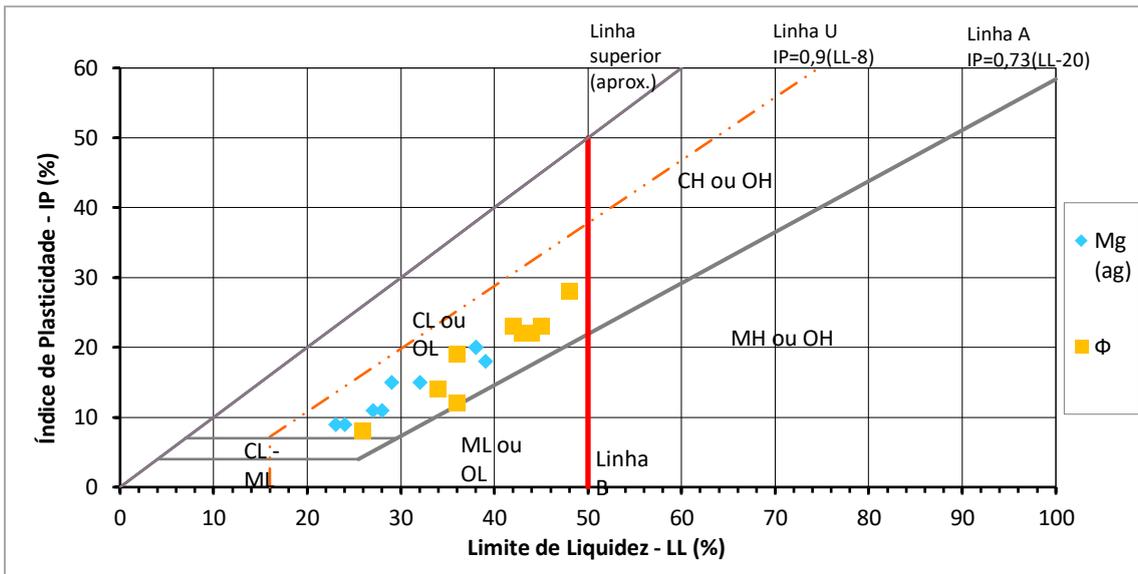


Figura 6.17 - Carta de Plasticidade das formações do Miocénico e Oligocénico [Mg (ag) e Φ].

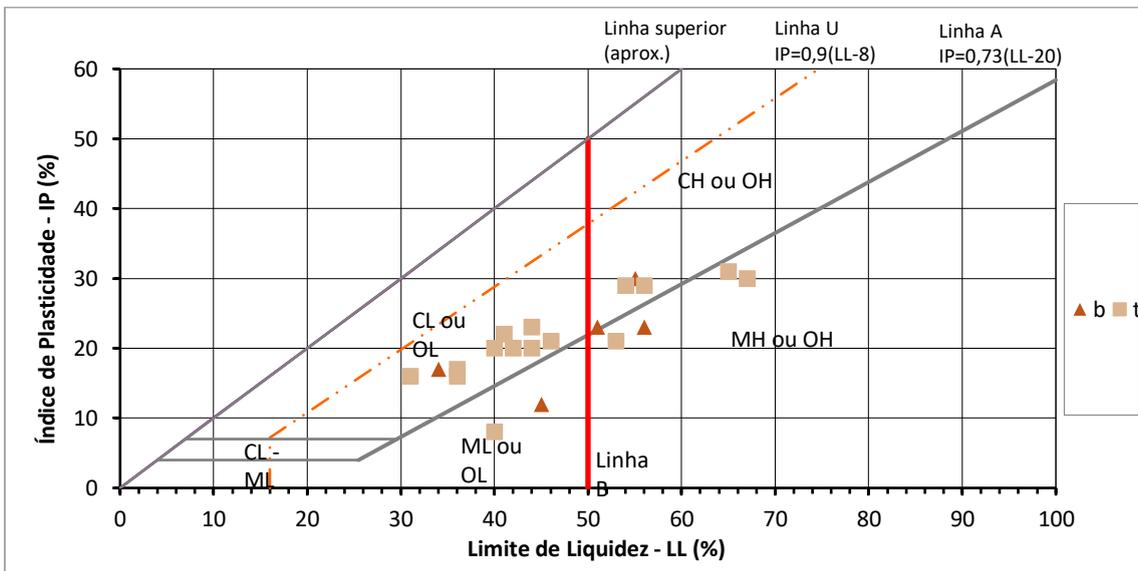


Figura 6.18 - Carta de Plasticidade das formações do Complexo Vulcânico de Lisboa (β e τ).

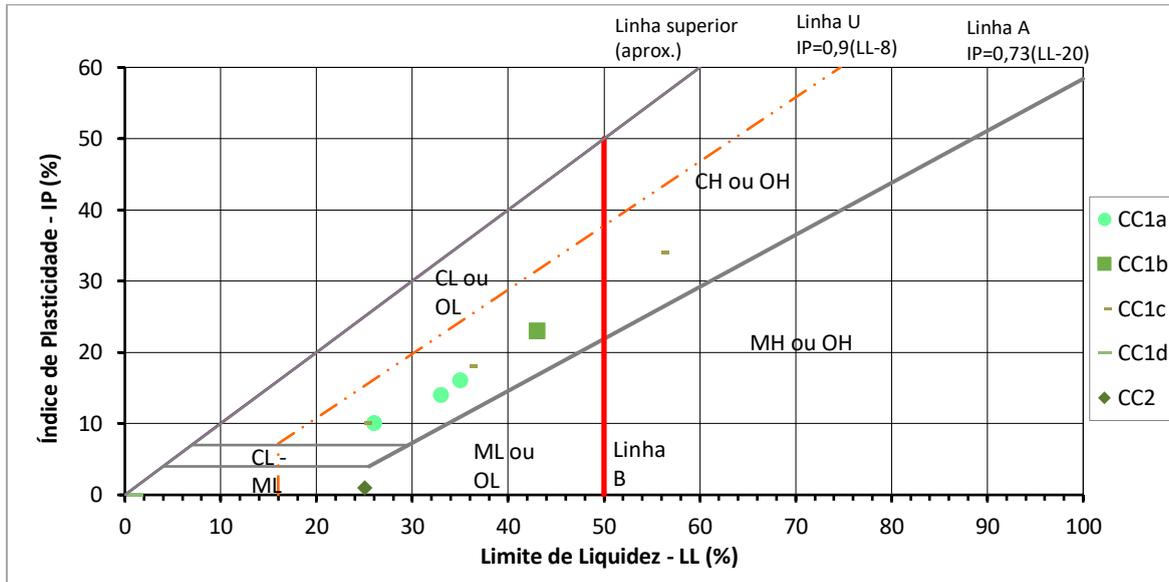


Figura 6.19 - Carta de Plasticidade das formações do Cretácico (C_{C1a}, C_{C1b}, C_{C1c}, C_{C1d} e C_{C2})

Da Figura 6.20 à Figura 6.31 são apresentados graficamente os resultados da aplicação das classificações de solos unificada e rodoviária às amostras de cada uma das unidades ensaiadas, com vista à caracterização das formações geológicas ocorrentes.

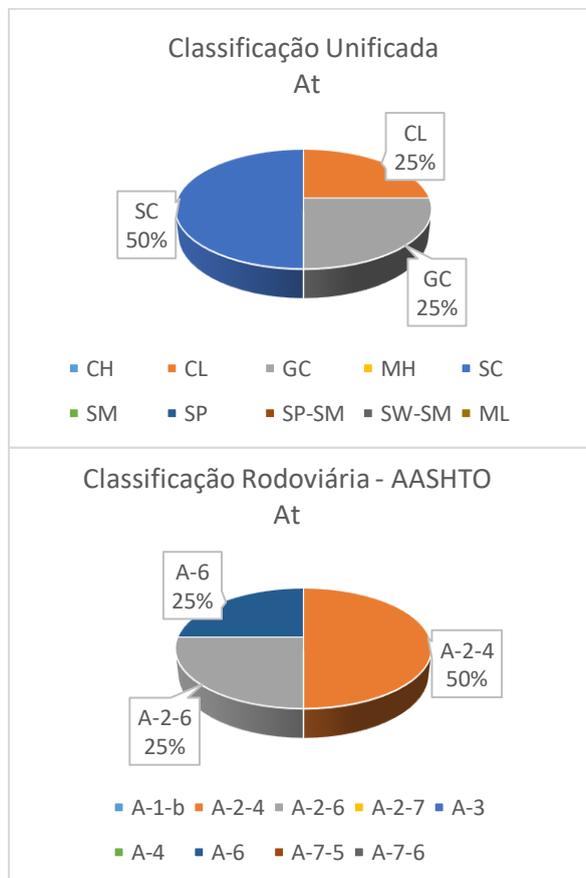


Figura 6.20 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) da formação de Depósitos de aterro [At]

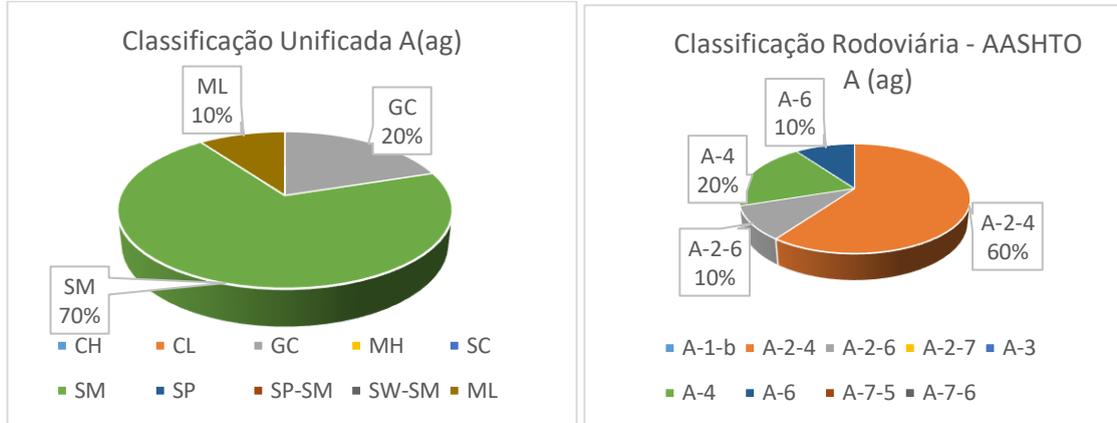


Figura 6.21 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) da formação de Depósitos Aluvionares [A(ag)]

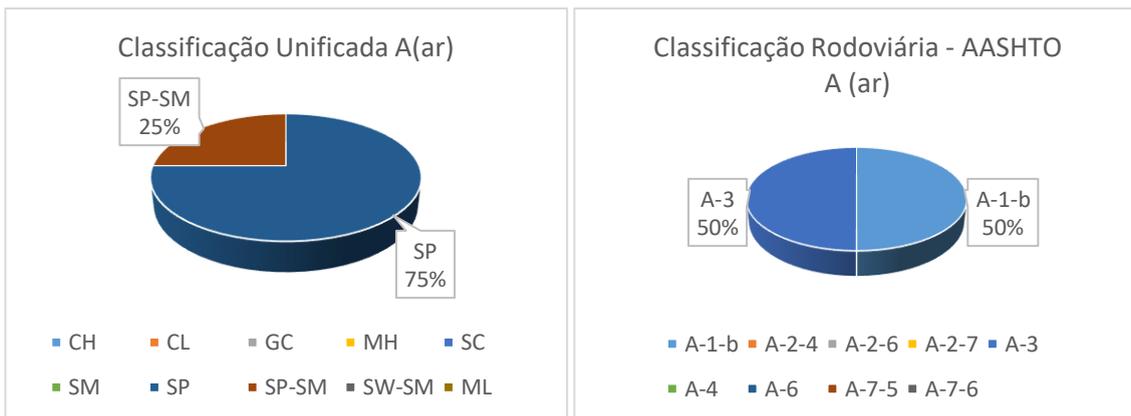


Figura 6.22 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) da formação de Depósitos Aluvionares [A(ar)]

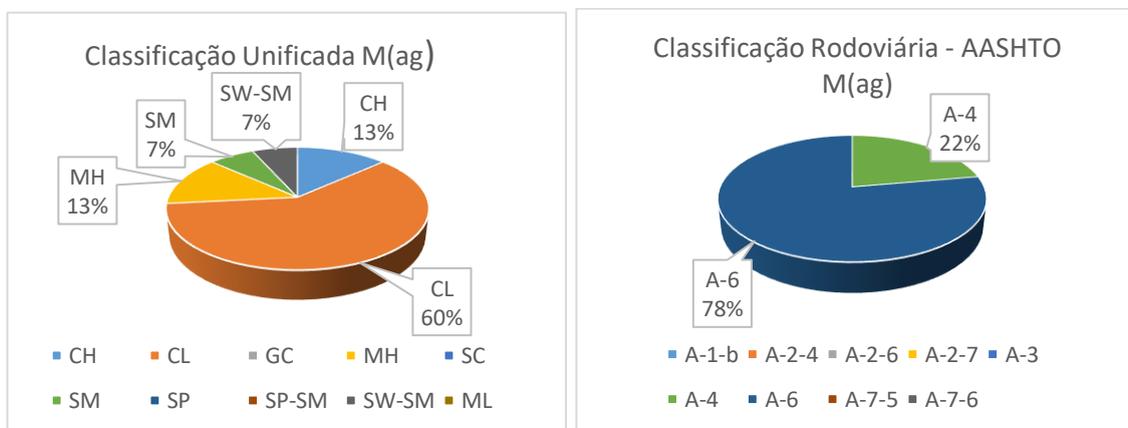


Figura 6.23 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) da formação Miocénica [M(ag)]

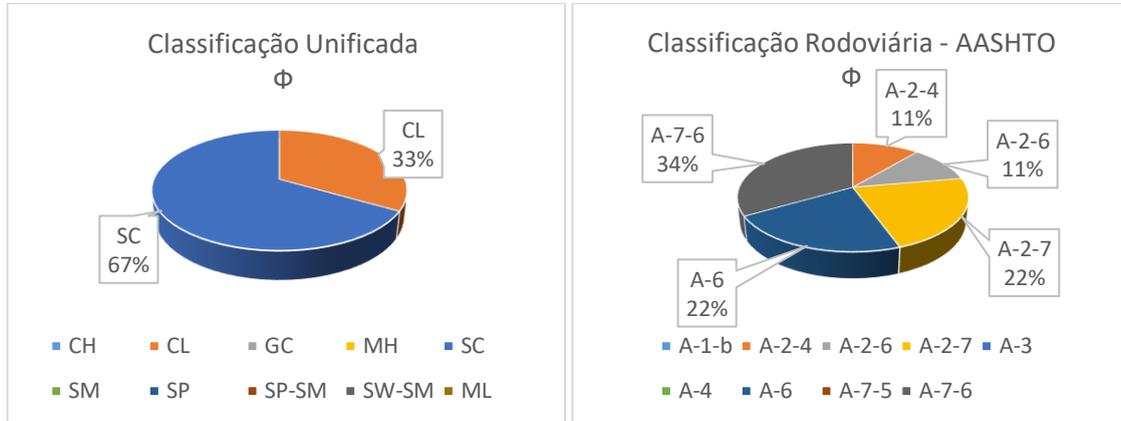


Figura 6.24 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) da formação Oligocénica [Φ]

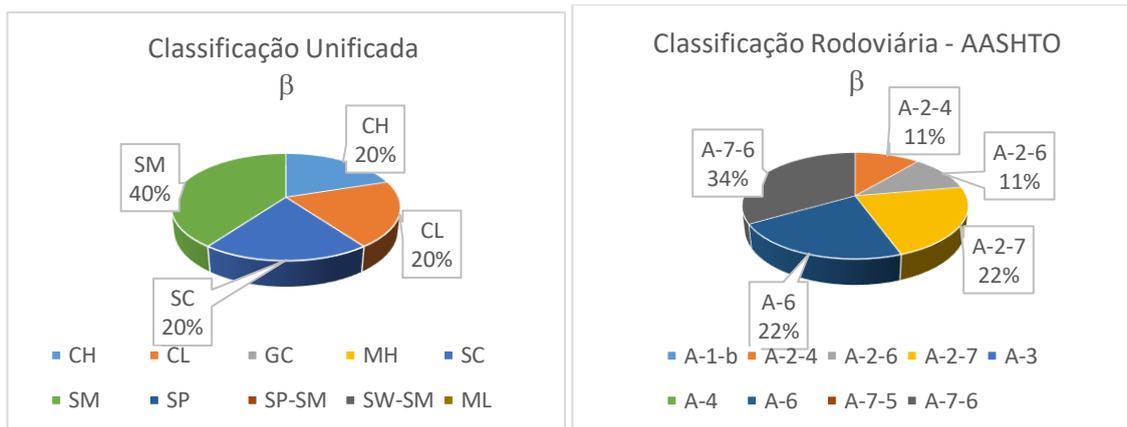


Figura 6.25 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Complexo Vulcânico - Basaltos [β]

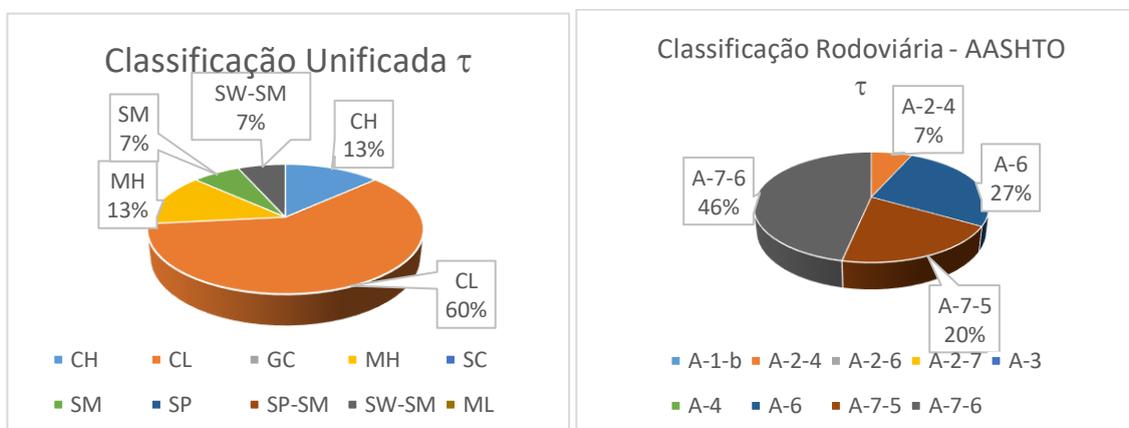


Figura 6.26 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Complexo Vulcânico - Basaltos [τ]

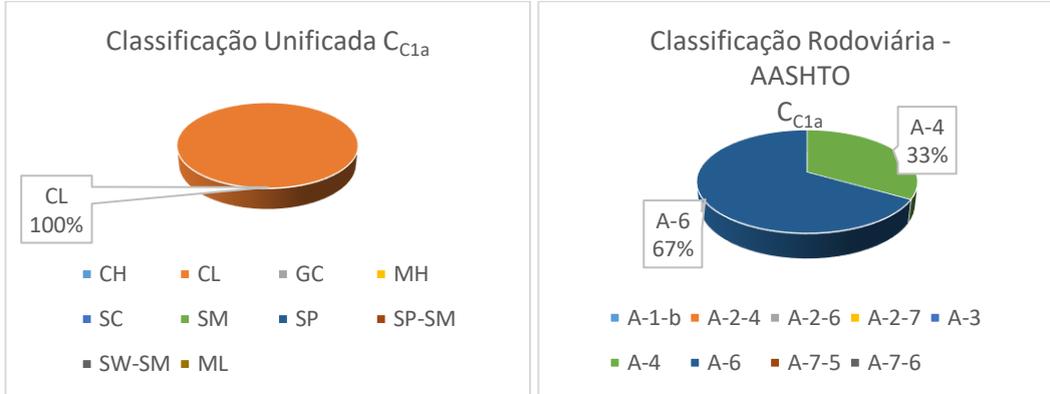


Figura 6.27 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Formação Cretácica [Cc1a]

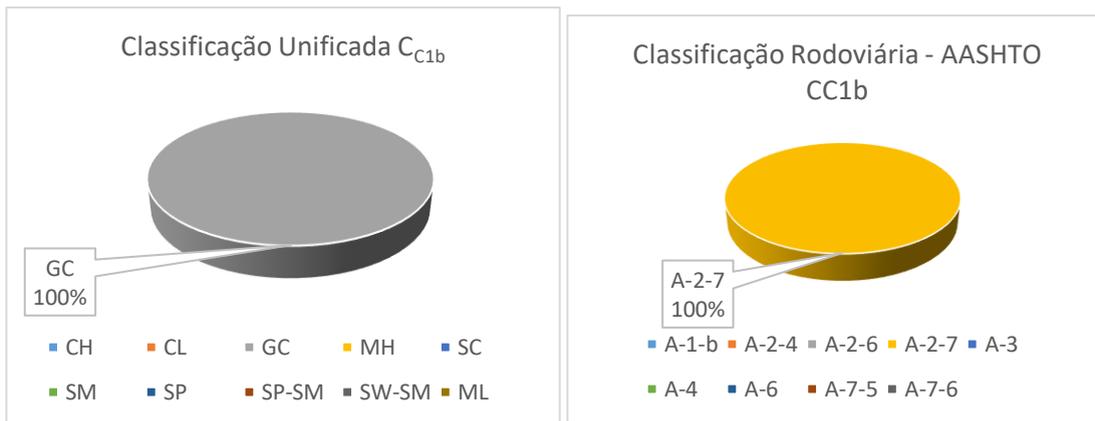


Figura 6.28 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Formação Cretácica [Cc1b]

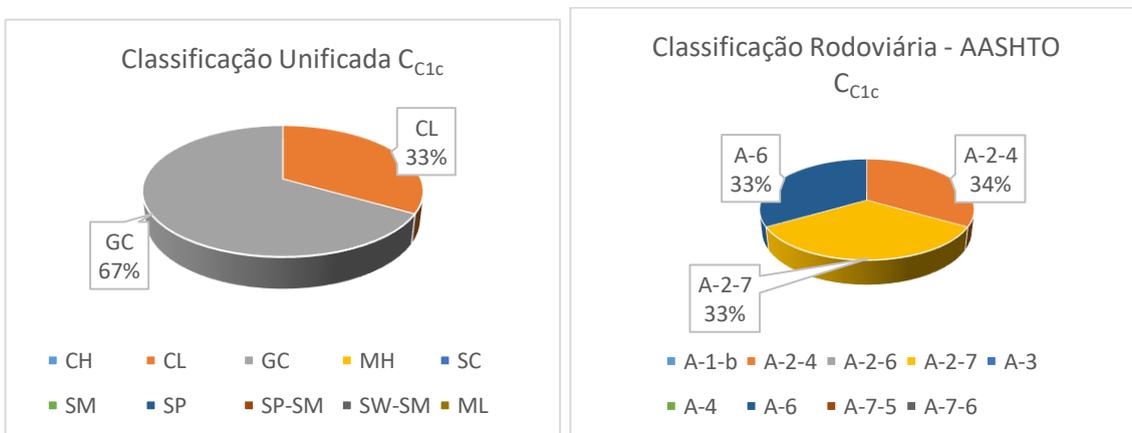


Figura 6.29 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Formação Cretácica [Cc1c]

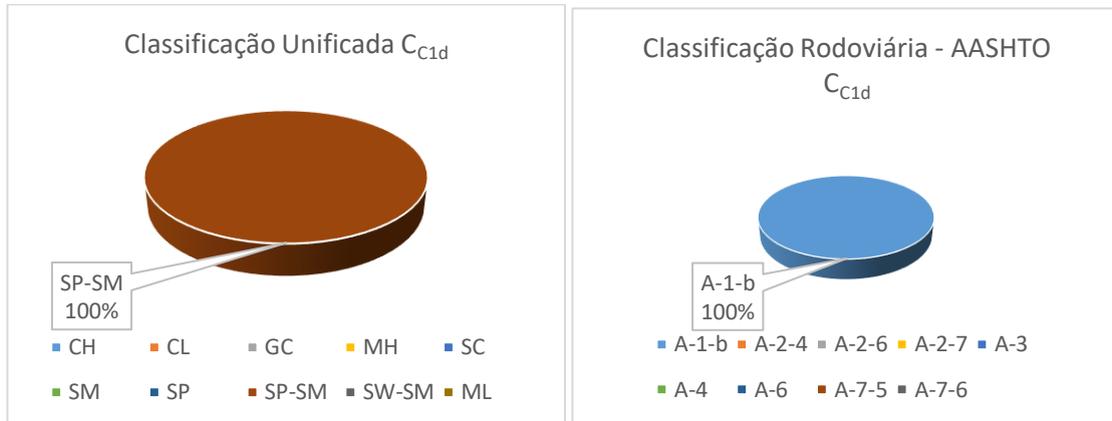


Figura 6.30 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Formação Cretácica [Cc1d]

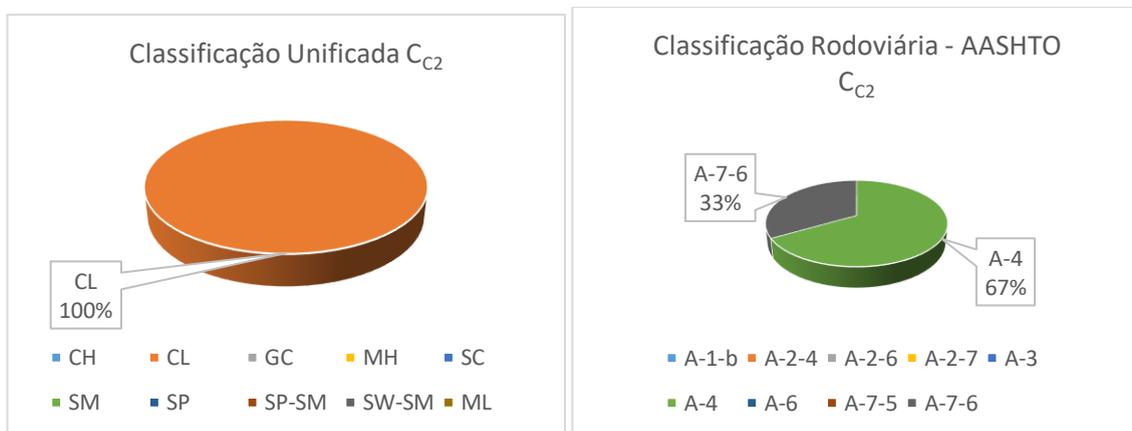


Figura 6.31 – Classificação de Solos (Unificada e Rodoviária) do Formação Cretácica [Cc2]

De acordo com os resultados disponíveis dos trabalhos de prospeção, ensaios *in situ* e ensaios laboratoriais, realizados sobre as formações interessadas, e após uma análise integrada e respetiva interpretação de todos estes elementos, apresenta-se no Quadro 19 uma síntese das características geotécnicas gerais de cada unidade considerada.

Quadro 19 – Síntese de resultados obtidos em ensaios sobre amostras do maciço terroso (Com base nos resultados Geocontrolo, 2022).

Ensaio		Depósitos recentes				Formações do Substrato												
		Aterros		Aluviões		Formação dos Prazeres			Formação de Benfica	CVL			Formação da Bica				Formação de Caneças	
		At	A(ar)	A(ag)	A(cg)	M(ag)		M(Cal)	F	β	$\beta_{(WS)}$	τ	C _{C1a}	C _{C1b}	C _{C1c}	C _{C1d}	C _{C2}	
						NSPT< 50	NSPT> 50											
Laboratório	% de Finos (<0,074mm)	27 - 51	2 - 5	13 - 49	-	30-97		34	16 - 73	-	16 - 93	10 - 90	61 - 72	16	2 - 63	8	59 - 89	
	%<2m (<0,002mm)	8 - 20	2	3 - 15	-	11-55		12	8 - 38	-	3 - 58	1 - 53	21	9	3 - 22	2	26 - 50	
	LL(%)	24 - 37	NP	30 - 37 (Principalmente NP)	-	26-63		17	26 - 48	-	34-55	31 - 67	26 - 35	43	25 - 56	NP	25 - 45	
	IP(%)	9 - 18	NP	5 - 17 (Principalmente NP)	-	11-38		5	8 - 28	-	12-30	8 - 30	10 - 16	23	10 - 34	NP	8 - 21	
	Classificação ASTM	Principalmente SC (ocorrem ainda CL e GC)	Principalmente SP (ocorrem ainda SP-SM)	Principalmente SM (ocorrem ainda GC e ML)	-	Principalmente SC e CL (ocorrem ainda CH)		SC-CM	Principalmente SC (ocorrem ainda CL)	-	Principalmente SM (ocorrem ainda SC, CH e CL)	Principalmente CL (ocorrem ainda CH, MH, SM e SW-SM)	CL	GC	Principalmente SC e GC (ocorrem ainda CL)	SP - SM	CL	
	VAM (g/100g)	1,32 - 2,7	0,08 - 0,16	0,86 - 3,66	-	1,4-5,6		1,5	0,83 - 4,98	-	1,59 - 4,22	1,7 - 5,87	1,97 - 3,11	0,84 - 0,18	0,47 - 2,73	0,83	2,32 - 3,81	
	G	2,7	2,66	2,69 - 2,82	-	27,2-28,3		27,0	2,63 - 2,76	-	2,7 - 2,8	2,69 - 2,89	2,75	2,72	2,71 - 2,77	2,69	2,74 - 2,83	
	ρ_m (g/cm ³)	2,06	-	1,64 - 1,92	-	19,6-22,0		22,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ρ_d (g/cm ³)	1,67	-	0,99 - 1,52	-	15,3-29,7		20,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W _{nat} (%)	28,6	-	26,3 - 65,4	-	10,9-28,4		88,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
In situ	SPT	\bar{N}_{SPT}	1-40	3 - 60	3 - 49	-	8-60	35-60	>60	19 - 60	>60	8 - 60	28 - 60	>60	>60	>60	>60	>60
		N_{SPT} Represent.	15	22	10	-	21		60	50	>60	50	50	>60	>60	>60	>60	>60
	Pressiometro Menard	PL(MPa)	-	-	0,9	-	1,6		2,1	3,8	-	1,04	2,2	-	-	-	-	1,0
		EM (MPa)	-	-	3,1	-	26		268,3	100,9	-	20,6	23,5	-	-	-	-	13,0
		ES (MPa)	-	-	6,1	-	32,1		268,3	186,1	-	41,2	41,0	-	-	-	-	26,0
Lefranc	m/s	-	10 ⁻⁹ a 10 ⁻⁸	-	<10 ⁻⁸	10 ⁻⁷ a 10 ⁻⁶		10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶	10 ⁻⁹ a 10 ⁻⁶	-	10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	-	-	-	10 ⁻⁷	

6.3 Parametrização geotécnica adotada nos maciços terrosos

Tendo em conta os resultados obtidos nos diversos trabalhos das várias campanhas de prospeção geotécnica e ensaios in situ e laboratoriais efetuados, confrontados com valores existentes na bibliografia, nomeadamente em teses de dissertação de mestrado e de doutoramento recentes e com base em correlações consagradas na literatura da especialidade, bem como no conhecimento e experiência adquirida pelo Consórcio Projetista em outras obras do mesmo tipo, nomeadamente na Ligação Rato-Cais do Sodré, foram determinados e adotados parâmetros de cálculo para este estudo.

A determinação dos parâmetros geomecânicos de cálculo das unidades geotécnicas ocorrentes ao longo de toda a extensão dos túneis visou fundamentalmente:

- A avaliação das condições de fundação das estruturas enterradas;
- A análise da estabilidade das escavações durante a construção;
- O dimensionamento das estruturas de túnel como fundação e contenção dos terrenos;
- A verificação das condições de escavabilidade dos maciços interessados.

Para a adoção dos parâmetros geomecânicos – nomeadamente de resistência ao corte e deformabilidade, de compressibilidade, de consolidação e de permeabilidade – teve-se ainda em consideração a heterogeneidade e anisotropia que caracteriza as formações presentes num âmbito geral.

No Quadro 20 sintetizam-se os referidos parâmetros geomecânicos de cálculo para cada uma das unidades geotécnicas.

Quadro 20 - Síntese de parâmetros geotécnicos considerados para o maciço terroso e rochas brandas.

Unidade	g (kN/m ³)	g_{sat} (kN/m ³)	c_u (kPa)	E_u (MPa)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (MPa)	K_0	k (m/s)	n	σ (MPa) [rocha]	E' (GPa) [rocha]
ATERRO, At	18	20	---	---	0	28	8	0,5	10 ⁻⁵	0,35	---	---
ALUVIÃO, a(ar)	19	21	---	---	0	34	50	0,5	10 ⁻⁵	0,30	---	---
ALUVIÃO, a(ag)	17	19	10	10	0	28	4	0,5	10 ⁻⁸	0,46	---	---
ALUVIÃO, a(cg)	20	22	---	---	0	35	75	0,5	10 ⁻⁴	0,30	---	---
MIOCÉNICO, M(ag)a NSPT > 50	22	23	350	100	10	33	60	1,0	10 ⁻⁸	0,33	---	---
MIOCÉNICO, M(ag)b NSPT < 50	21	22	180	40	5	28	20	1,0	10 ⁻⁸	0,38	---	---
MIOCÉNICO M(cal)	24	24	---	---	100	34	400	0,8	10 ⁻⁵	0,25	---	---
OLIGOCÉNICO, F	20	22	400	150	15	30	75	1,2	10 ⁻⁷	0,30		
BASALTO, b _{W5,W4/5}	21	23	---	---	50	35	250	0,7	10 ⁻⁶	0,28	---	---
TUFOS, t	20	21	---	---	60	35	120	1,0	10 ⁻⁷	0,27	---	---
CALCÁRIO, Cc1a	23	23	---	---	50	32	60	0,8	10 ⁻⁷	0,23	---	---



6.4 Maciço rochoso

Tal como para o maciço terroso, apresentam-se no presente capítulo, as principais características geotécnicas de cada formação / unidade geológica do maciço rochoso.

Visando a caracterização das formações rochosas ocorrentes no traçado em estudo, procedeu-se à análise das principais características geotécnicas. Neste sentido, no Quadro 21 apresentam-se os valores obtidos nos ensaios realizados, em função de cada formação geológica.

Quadro 21 - Síntese de resultados obtidos em ensaios sobre amostras do maciço rochoso (Com base nos resultados Geocontrolo, 20022).

Ensaio		Oligocénico	CVL	Formação da Bica			Formação de Caneças		
		Φ		Margas Calcárias	Calcário Compacto	Calcário Cristalino			
Laboratório	Compressão Uniaxial	w (%)	3,5	4,5-10,6	0,0 – 6,5	0,1-2,6	0,0-6,4	0,1-12,6	0,5-10,1
		γ_d (kN/m ³)	19,8	17,2-24,5	22,0-26,4	22,2-27,0	17,9-33,1	19,3-26,6	19,2-24,9
		$\bar{\sigma}_c$ (MPa)	8,0	1,3-31-4	3,0-57,7	5,6-91,9	9,9-129,2	3,1-75,4	5,0-44,4
		E (Gpa)	1,4	0-2-7,3	0,3-20,0	1,2-25,7	4,2-43,8	2,3-18,6	1,5-13,1
		Coef. Poisson	0,27	0,16-0,31	0,2-0,44	0,09-0,37	0,11-0,48	0,1-0,47	0,11-0,31
	Massa Volúmica	Mreal (kN/m ³)	-	29,3	-	26,3-27,1	26,3-27,2	25,9-27,2	-
		M Apa. (kN/m ³)	-	24,8	-	22,1-26,7	24,8-26,9	23,3-26,6	-
		n	-	15,6	-	1,6-18,7	0,7-5,4	0,8-9,9	-
		Absor. Água (%)	-	6,3	-	0,6-8,6	0,2-2,2	0,3-4,3	-
	Ultrassons	Vd (m/s)	2403	-	4844	3015-6176	4012-6301	2717-5774	-
		Vs (m/s)	1127	-	3183	1609-2136	1928-3172	1315-2760	-
	Expansibilidade	Axial (%)	0,59	0,24-6,3	0,02-4,18	0,02-0,61	0,09-0,55	0,01-3,97	-
		Radial (%)	0,91	0,06-3,04	0,0-1,28	0,0	0,0-0,11	0,0-2,57	-
	Ensaio de Carga Pontual (I50)	Diametral	-	-	-	-	12,9	5,5-8,7	-
		Axial	-	0,5-0,8	0,4-4,6	1,2-7,0	4,8-9,8	4,0-6,3	7,3-17,2
		Irregular	-	0,7	0,5	-	-	-	-
	Classe de Abrasividade		-	Muito Pouco Abrasiva	-	Pouco Abrasiva	Pouco a Muito Abrasiva	Muito Branda a Pouco Abrasiva	Abrasiva
	Classe de Dureza		Branda	Branda	-	Medianamente Dura	Muito Dura	Branda a Muito Dura	Branda a Dura

6.5 Classificação geomecânica de maciços rochosos

6.6 Classificação de bieniawski (RMR)

Utilizando os parâmetros e características definidas anteriormente para cada uma das unidades geológico-geotécnicas, bem como a experiência adquirida noutras obras, nos maciços da zona de Lisboa, procedeu-se à classificação geotécnica do maciço rochoso, recorrendo-se à classificação geomecânica de Bieniawski.

Parâmetros	Coeficientes									
	Resistência à compressão uniaxial (MPa)	>250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	<25
RQD (%)	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25	(3)
Espaçamento entre fracturas (m)	>2	(20)	0,6-2	(15)	0,2-0,6	(10)	0,06-0,2	(8)	<0,06	(5)
Condições das fraturas	Muito rugosas fechadas, sem alteração	(30)	Pouco alteradas, pouco rugosas, abertura < 1mm	(25)	Muito alteradas, pouco rugosas, abertura < 1mm	(20)	Enchimento argiloso, espessura <5 mm ou abertura 1-5mm, diaclases contínuas	(10)	Enchimento argiloso, espessura >5mm ou abertura >5mm, diaclases contínuas	(0)
	Água subterrânea (caudal/10 m túnel)	Seco	(15)	<10 l/min	(10)	10-25 l/min	(7)	25-125 l/min	(4)	>125 l/min
Orientação das descontinuidades	Muito favorável	(0)	Favorável	(-2)	Razoável	(-5)	Desfavorável	(-10)	Muito desfavorável	(-12)
Classe do maciço	I	II	III	IV	V					
Descrição da qualidade do maciço	Muito boa (100-81)	Boa (80-61)	Razoável (60-41)	Fraca (40-21)	Muito fraca (<20)					

CVL - b

Formação da Bica

Formação de Caneças

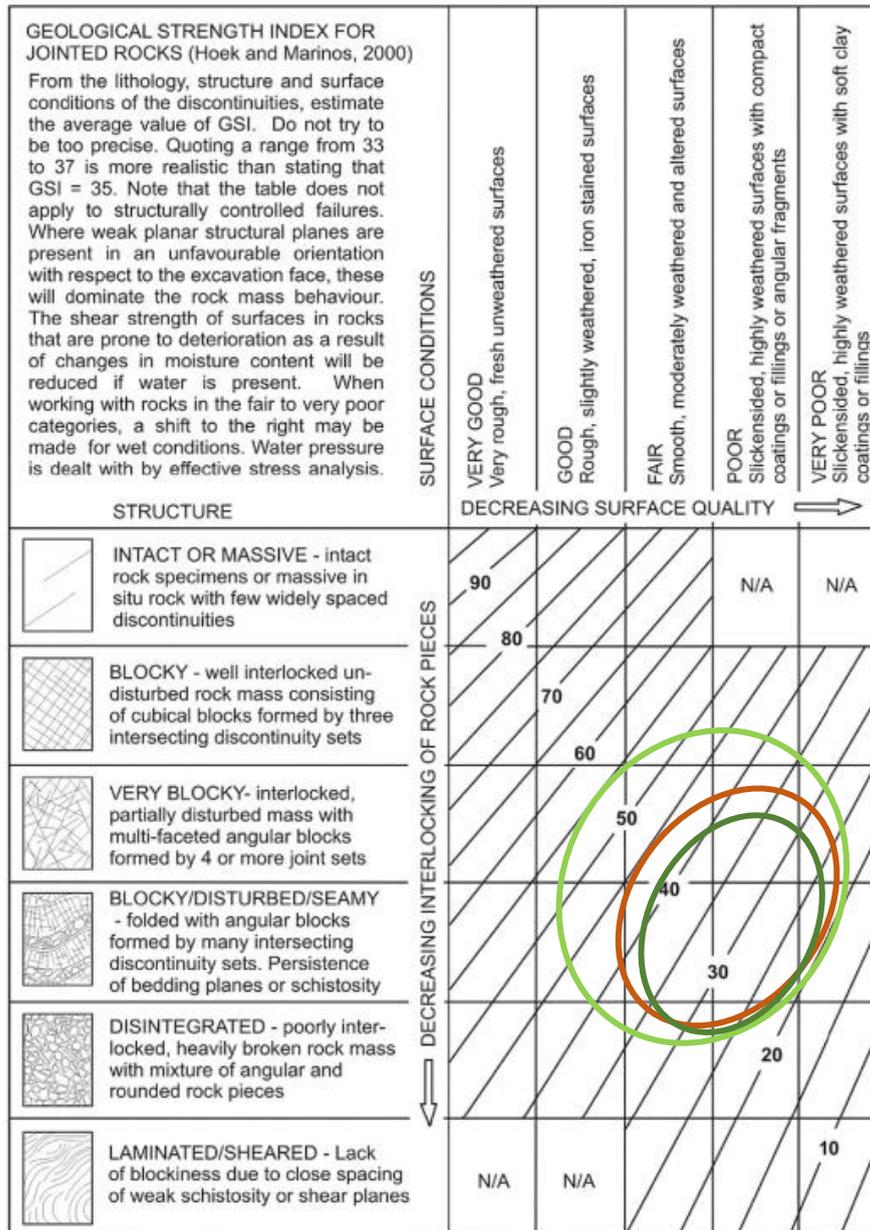
Dada a variabilidade local que pode existir ao nível de ocorrência de água, com diferentes aquíferos e posições dos níveis piezométricos medidos, bem como na orientação das descontinuidades, embora contabilizados na aplicação da classificação, a variação destes parâmetros não é apresentada na tabela anterior.

Quadro 22 – Intervalos de valores de RMR e classes de maciço obtidos com a classificação de Bieniawski

Unidade	RMR	Classe	Descrição
CVL	18-50	III, IV e V	Maciço rochoso muito fraco a razoável
CALCÁRIO Fm. da BICA	18 - 60	III, IV e V	Maciço rochoso muito fraco a razoável
CALCÁRIO Fm. de CANEÇAS	18-40	IV e V	Maciço rochoso muito fraco a fraco

6.7 Geotechnical strength index (GSI)

O índice GSI (Geological Strength Index), introduzido por Hoek, Kaiser e Bawden (1995) fornece um valor numérico que, quando combinado com as propriedades da rocha intacta, pode ser usado para estimar as propriedades resistentes do maciço rochoso, para diferentes condições geológicas. Apresenta-se na aplicação da classificação às principais formações rochosas atravessadas.



CVL - b

Formação da Bica

Formação de Caneças

Figura 6.32 – Classificação GSI das Formações rochosas

Os valores extremos de referencia adotados para o GSI são os expressos no Quadro 23.

Quadro 23 – Resumo dos resultados de valores da classificação GSI

Unidade	GSI
CVL	20-45
CALCÁRIO Fm. da BICA	19 - 55
CALCÁRIO Fm. de CANEÇAS	21-42

6.8 Caracterização das descontinuidades singulares e sistemáticas

Do ponto de vista da geologia estrutural, são assinalados os principais alinhamentos de falha identificados na região de Lisboa. A saber:

- As falhas NE-SW;
- As falhas com direcção NW-SE ;
- WNW-ESSE;

A estratigrafia (S_0) constitui a principal anisotropia estrutural – e a mais evidente – sobre todo o traçado, apresentando uma inclinação ligeira para o quadrante Sul (<20°). As formações Vulcano-sedimentares (CVL) apresentam uma inclinação semelhante às camadas nas quais repousam.

Na aproximação a estes acidentes pode prever-se a realização de sondagens, quer horizontais em subterrâneo, em avanço à escavação, quer em alinhamento inclinado a partir da superfície.

Até ao momento e dada a densidade urbana, apenas foi possível a caracterização da rede de descontinuidades na zona da estação de Infante Santo. As atitudes medidas no local evidenciaram a presença de várias famílias de descontinuidades, essencialmente num sistema de três famílias ortogonais entre si, observando-se ainda descontinuidades menos frequentes com orientação diferenciada (por exemplo, J8).



Figura 6.33 – Imagem Satélite do Google Earth do local aproximado do levantamento das descontinuidades.

Através da análise Dips, foi possível individualizar e definir a atitude média característica de cada família de descontinuidades nas camadas aflorantes de calcário da formação da Bica na zona da Estação Infante Santo.

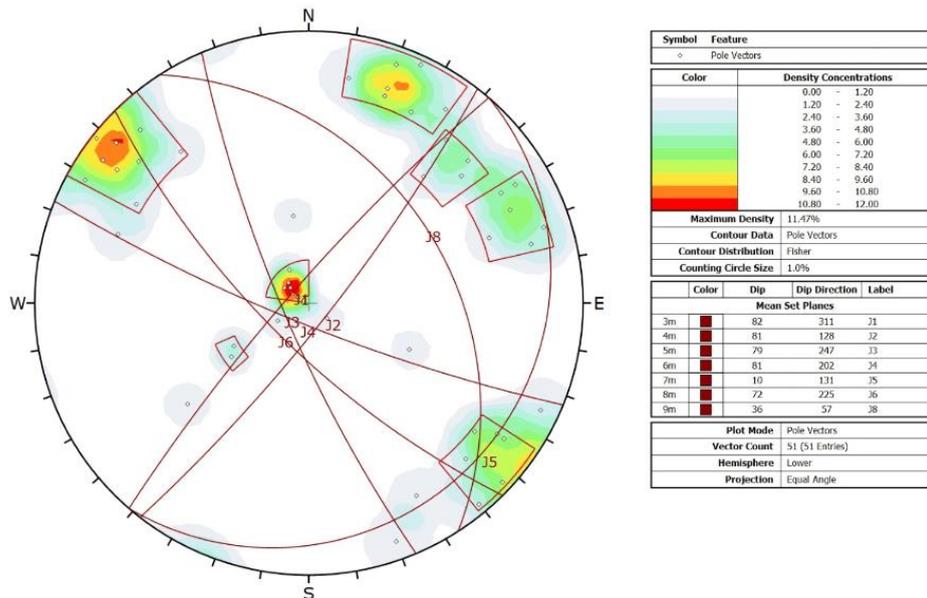


Figura 6.34 – Projecção estereográfica dos planos de descontinuidades observados na formação cretácica na zona da Estação de Infante Santo. (Nota: J5 corresponde à estratificação)

Também para a fase de Projeto de Execução, caso se venham a recolher amostras adequadas para o efeito e se entenda vantajosa para os Estudos, serão levados a cabo ensaios de deslizamento de diaclases, a incidir sobretudo sobre amostras a recolher nas zonas onde ocorrem singularidades ou evidências de tectonização.

6.9 Escavabilidade

Relativamente à escavabilidade do maciço rochoso, é possível, a partir do método desenvolvido por Franklin (1971), estimar os meios de escavação a utilizar em função das características geológico-geotécnicas.

O método desenvolvido por Franklin e seus colaboradores (1971) classifica o maciço rochoso de acordo com dois parâmetros principais: Is50 (índice de resistência à carga pontual) e espaçamento médio entre fraturas. Estes parâmetros podem ainda ser correlacionáveis com outras grandezas, o Is50 com a resistência à compressão simples e com o número de Schmidt e, o espaçamento médio entre fraturas com o RQD.

Projetando os resultados obtidos e descritos nos capítulos anteriores sobre o abaco, e com base no observado nos boletins de sondagens (RCU e grau de fracturação), verifica-se que os terrenos do CVL (tufos e basaltos) podem ser escavados com recurso a escavação mecânica ou a escarificação. Relativamente às unidades da Formação da Bica (C_{C1b}, C_{C1c} e C_{C1d}) e da Formação de Caneças (C_{C2}), a escavação destes terrenos requerem meios de escavação e de escarificação

mais pesados, porém, ocorrem zonas com singularidades onde é possível a escavação mecânica ou a escarificação.

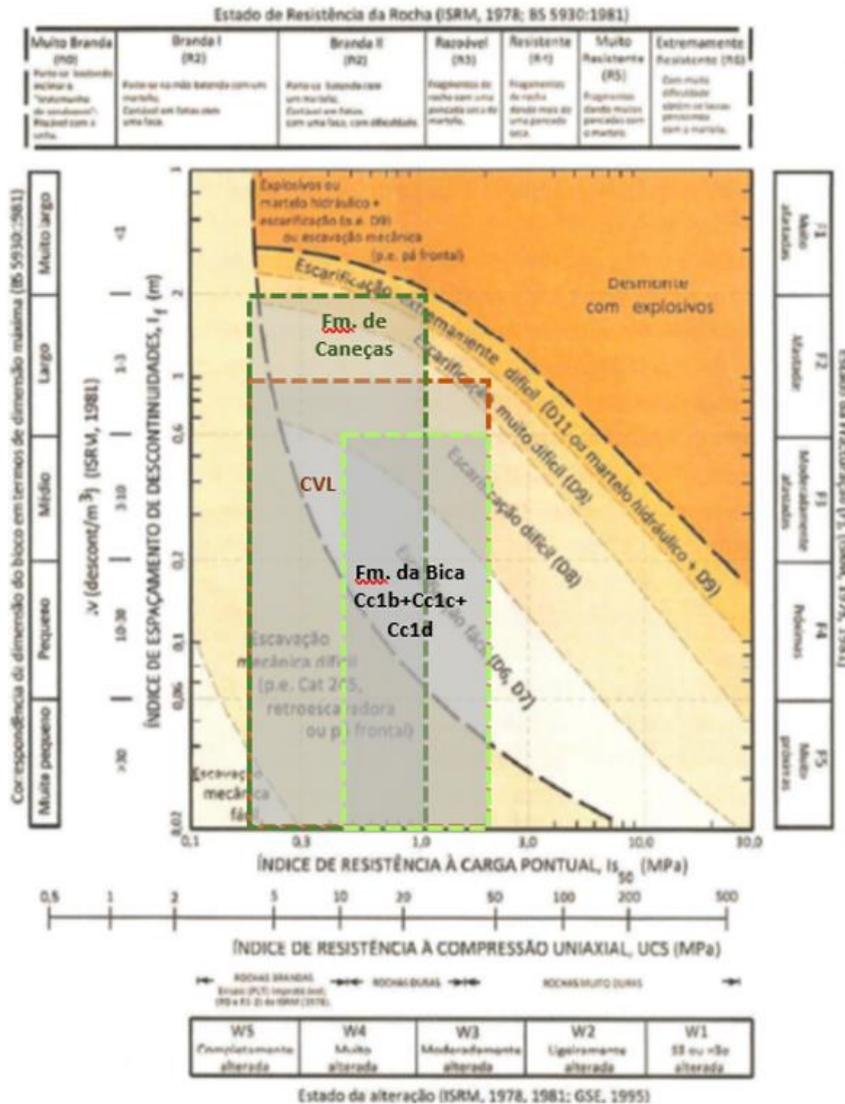


Figura 6.35 – Classificação da escavabilidade de maciços rochosos, segundo Franklin et al. (adaptado de Franklin et al, 1971 ; Pettifer e Fookes, 1994))

Relativamente aos maciços terrosos, onde os terrenos a atravessar correspondem, essencialmente, aos Depósitos de Aluvionares [a(ar) e a(ag)] e a terrenos da Formação de Prazeres [M(ag) e M(cal)], estima-se que estes terrenos possam ser escavados com recurso a escavação mecânica.

De acordo com o ábaco da Figura 6.35 a obra subterrânea poderá ser escavada com meios mecânicos, ainda que pontualmente pesados. A escavação poderá ser realizada com base em máquinas de ataque pontual, podendo em paralelo em frentes secundárias e/ou em particular nas formações mais brandas recorrer-se também a equipamentos de escavação correntes (giratórias equipadas com balde ou com martelos pneumáticos).



Os rendimentos expectáveis, variam em função da compartimentação da escavação, qualidade do maciço e comprimento de avanço e ainda dos suportes a aplicar.

6.10 Parametrização geotécnica adotada nos maciços rochosos

Tal como para o maciço terroso, foram determinados e adotados parâmetros de cálculo, tendo em conta os resultados obtidos nos diversos trabalhos das várias campanhas de prospeção geotécnica e ensaios *in-situ* e laboratoriais efetuados, confrontados com valores existentes na bibliografia e com base em correlações consagradas na literatura da especialidade, bem como no conhecimento e experiência adquirida pelo Consórcio Projetista em outras obras do mesmo tipo, nomeadamente na ligação Rato-Cais do Sodré.

Para aproximação aos parâmetros a considerar nas unidades rochosas, recorreu-se numa primeira fase ao programa Rocklab, na sua versão 1.033, apresentando-se os resultados no Quadro 24.

Quadro 24 – Aproximação aos parâmetros a adoptar com base no programa RockLab.

Unidade	Dados de entrada						Resultados (Mohr-Coulomb)		
	E_i (MPa)	GSI	m_i	D	E_i (GPa)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ	E (MPa)
BASALTO, B	20	40	20	0	12	26	195	53,7	1916
CALCÁRIO, C _{C1a}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CALCÁRIO, C _{C1b}	9	35	10	0	2,88	24	103	41,15	1119
CALCÁRIO, C _{C1c}	50	43	12	0	27,5	25	311	56,57	5383
CALCÁRIO, C _{C1d}	12	35	10	0	12	24	115	43,33	1361
CALCÁRIO DE CANEÇAS, C _{C2}	5	33	7	0	1,5	26	68	33,17	149

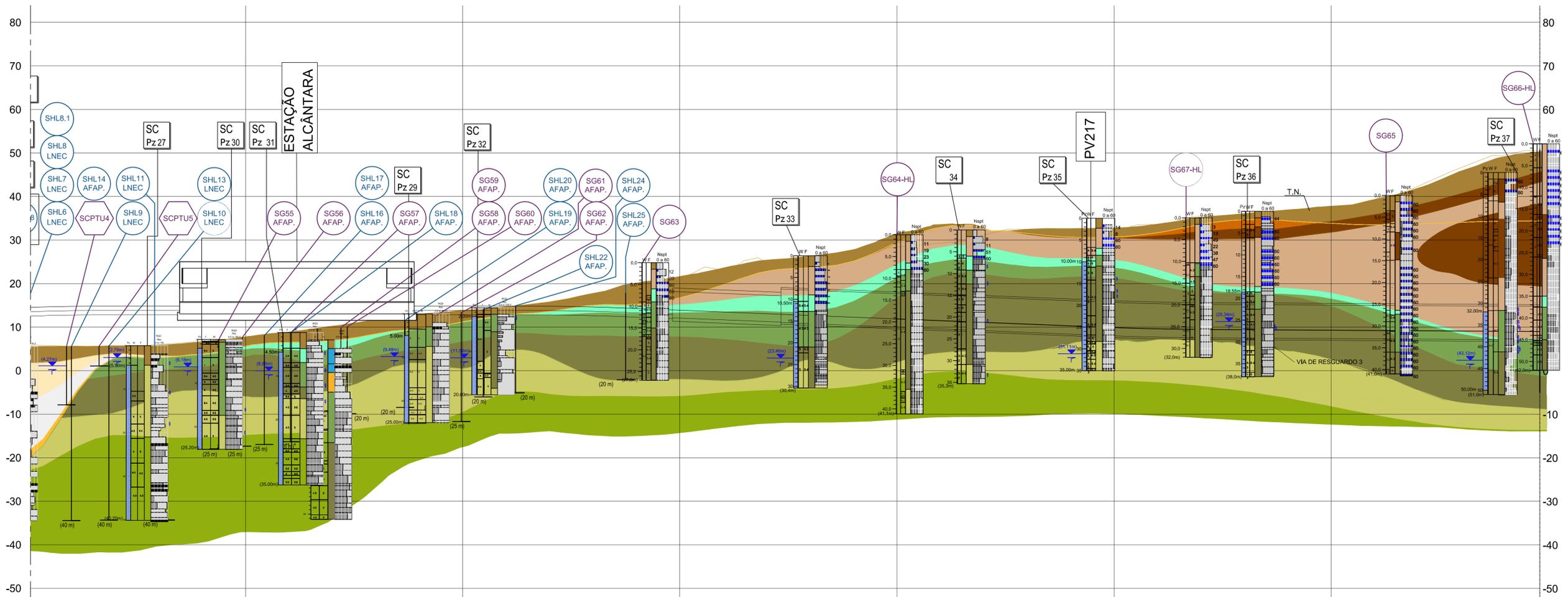
Para a adoção dos parâmetros geomecânicos – nomeadamente de resistência ao corte e deformabilidade, de compressibilidade, de consolidação e de permeabilidade – teve-se ainda em consideração a heterogeneidade e anisotropia que caracteriza as formações presentes num âmbito geral.

No Quadro 25 sintetizam-se os referidos parâmetros geomecânicos de cálculo para cada uma das unidades geotécnicas.

Quadro 25 – Parâmetros geomecânicos adotados para as unidades rochosas do maciço



Unidade	g (kN/m ³)	g_{sat} (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' ($^{\circ}$)	E' (MPa)	K_0	k (m/s)	n	σ (MPa) [rocha]	E' (GPa) [rocha]
BASALTO, b	26	26	200	40	2000	0,8	10^{-7}	0,26	20	12
CALCÁRIO, Cc1b	24	24	90	38	325	0,8	10^{-7}	0,21	9	3
CALCÁRIO, Cc1c	25	25	300	42	4000	0,8	10^{-6}	0,21	50	27,5
CALCÁRIO, Cc1d	24	24	120	40	1250	0,8	10^{-7}	0,21	12	6
CALCÁRIO DE CANEÇAS	23	23	80	35	400	0,8	10^{-7}	0,25	5	1,5



QUILOMETRAGEM	400	Km 3+500	3+584,2	Km 3+600	3+683	Km 3+700	Km 3+800	3+880	3+898	Km 3+900	Km 4+000	Km 4+096,086
COTA DO TERRENO	93	7,893		13,773		24,014	28,288	28,288		32,611	37,303	51,025
COTA DA RASANTE	04	14,804		14,804		13,767		11,767		9,782	9,254	8,982
RECOBRIMENTO												
TIPO DE ESTRUTURA	VIADUTO E ESTAÇÃO ALCANTARA			O.E. 6	Túnel de Via		O.E. 7 - TÉRMINO	PV 217	OE7 - TÉRMINO			
				99,2	116,6		80,2	18,2	197,6			
ABOBODA	GEOLOGIA			a	β ¹		C					
	PERMEABILIDADE				Baixa a média		Média a muito elevada		Moderada a elevada			
	RES. COMP. UNIAxIAL			ESTAÇÃO ALCANTARA	O.E. 6	Extremamente baixa (solos) a média		Média a elevada		Baixa a mediana		
	GSI					15-35		30-45				

PERFIL - FOLHA 6
ESC. VERT. 1:500 / HORIZ. 1:1000

- LEGENDA**
ESTRATIGRAFIA E CRITÉRIOS DE ZONAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (Perfil)
- QUATERNÁRIO - Holocénico (Recente)**
- At Aterro heterogéneo, constituído por silte-arenoso, por vezes argiloso, com fragmentos líticos e cerâmicos, de cor castanho amarelado, com vestígios de vegetais.
 - a_(a) Aluvião arenoso (ar)
 - a_(ag) Aluvião argiloso (ag)
 - a_(cg) Aluvião com cascalheira (cg)
- NEOGÉNICO - Miocénico - "Argilas e Calcários dos Prazeres" (MPr)**
- M_(a) Argilas cinzentas-esverdeadas (a) NSPT ≥ 50, (b) NSPT < 50
 - M_(c) Calcarenitos fossilíferos, com passagens de calcários margosos
- OLIGOCÉNICO - "Formação de Benfica" (φ)**
- φ Areias finas, siltosas e silto-argilosas, com seixo fino a médio. Siltes argilosos, com seixo frequente; cores acastanhadas, acinzentadas e por vezes avermelhadas.
- NEOCRETÁCICO - "Complexo vulcânico de Lisboa" (β)**
- β¹ Basalto, com veios calcíticos, muito a medianamente alterado, intensamente a muito fracturado, cinzento escuro, por vezes com passagens de solo residual areno argiloso. (Presença de Serpentina/Talco) (a) Rocha w2 a w3-4 GSI >40, (b) Estrutura rochosa parcialmente visível localmente SPTs 60, w4 a solo
 - τ Tufos vulcânicos silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas. Ocorrem por vezes passagens fortemente argilosas de elevada plasticidade, de origem sedimentar. Tufos por vezes brechóides e brechas vulcânicas.

- CRETÁCICO**
- Cenomaniano Superior - "Formação de Bica" (C_β)
- C_{β1a} Argila margosa e/ou margas argilosa esbranquiçada a amarelada.
 - C_{β1b} Calcário nodular, amarelado a esbranquiçado com inclusões margosas frequentes; passando a calcário rosado, amarelado, esbranquiçado por vezes calcificado, umas vezes compacto outras vezes margoso, com passagens argilosas.
 - C_{β1c} Calcário semicristalino a cristalino com nudistas, apresentando nódulos a leitos de silix, pouco alterado a medianam. alterado, fracturas medianam. afastadas a muito próximas.
 - C_{β1d} Calcário compacto branco e bege, fendilhado com prealveolinas, pouco alterado a medianamente alterado, com passagens muito alteradas a decompostas, fracturas medianamente afastadas a próximas.
- Albiano superior e Cenomaniano médio - "Formação de Caneças" (C_α)
- C_{α2} Calcário por vezes margoso, com geoides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base. (C_{α2})
- SIMBOLOGIA**
- PBV (Plano Base de Via) / Rasante
 - T.N. - Terreno natural
 - Falha (Provável)

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTECNICO

GEOLOGICO-GEOTECNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG6-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SCPTU1 - ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) COM MÓDULO SISMICO
- SCPTU2 - DILATOMETRO DE MARCHETTI COM MÓDULO SISMICO
- CH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SG1 - SONDAGEM INCLINADA
- C1 - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZOMETRO
- PB - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZOMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- Falha (PROVÁVEL)

CAMPANHA DE PROSPECÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1-PZ - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROLE

CAMPANHAS DE PROSPECÇÃO EXISTENTES

- SE14 - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLI (2011)
- SC1-PZ - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2011)
- OPTU4 - IP-ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- CH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2009)
- SA10 - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2016)

NOTA
Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetros). O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.
As sondagens geambientais são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.
Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.
A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA
S. SEBASTIÃO - ALCANTARA
PROJETO DE EXECUÇÃO
GEOLOGIA / GEOTECNIA

Metropolitano de Lisboa

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, GEOTECNICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) (3+500 a 4+097,224) PERFIL 6/6

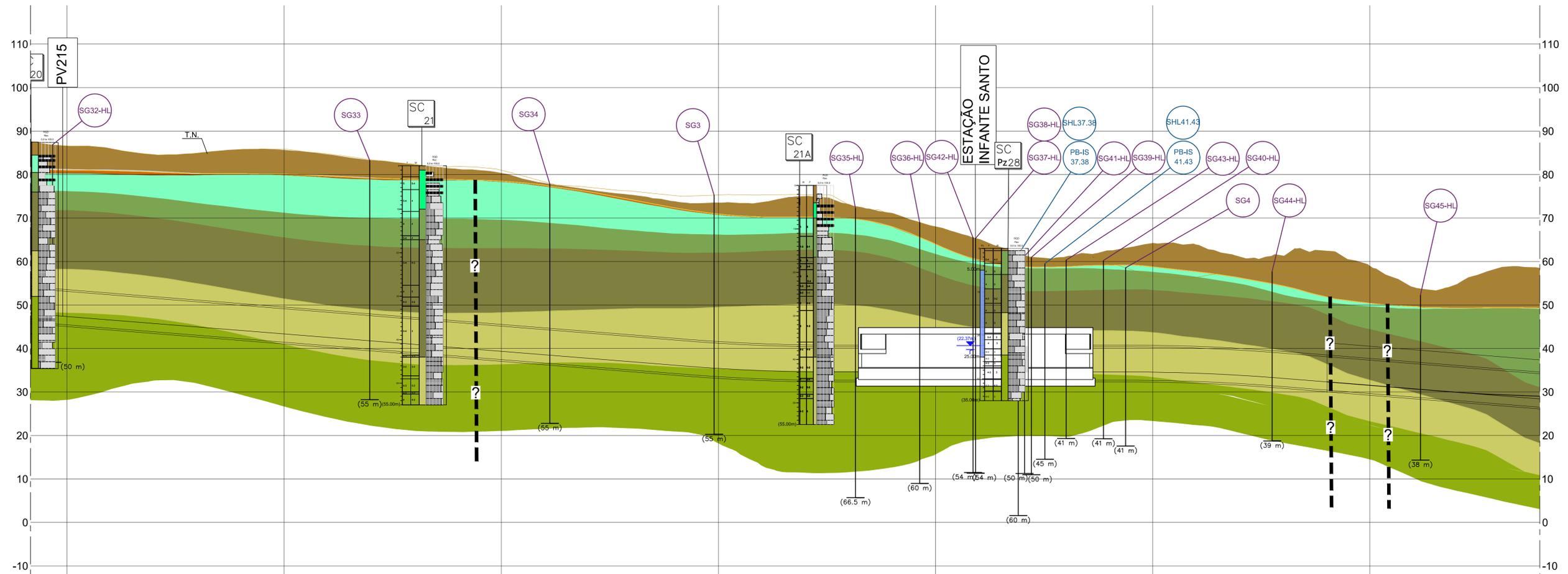
Escalas: Des. nº 131724 F. / / Alter. / / Substituído / / Substituído / / Nº SAP / / Versão / / Folha /

Identificação Empresa Proposta: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO

Escalas: V:1/500 H:1/1000

Desenho nº: LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021012 0

Alter. / /



	2,5 Km 2+100	Km 2+200	Km 2+300	Km 2+400	2+463	Km 2+500	2+573	Km 2+600	2+680	Km 2+700	
QUILOMETRAGEM	2,5 Km 2+100	Km 2+200	Km 2+300	Km 2+400	2+463	Km 2+500	2+573	Km 2+600	2+680	Km 2+700	
COTA DO TERRENO	86,471	86,061	79,575	76,694		64,810		54,186		43,742	
COTA DA RASANTE	47,025	43,025	39,025	35,241		34,600		34,555		31,143	
RECOBRIMENTO											
TIPO DE ESTRUTURA	PV 215 18,4	Túnel de Via 66,8			176,6	Estação Infante Santo 113,2		109,4	Túnel de Via 105,8		O.E.4 - Via de Resguardo 2 130,0
ABOBODA	GEOLOGIA										
	Baixa a elevada										
	RES. COMP. UNIAXIAL										
	Média a elevada										
	GSI										
	30-45										
	40-55										

PERFIL - FOLHA 4
ESC. VERT. 1:500 / HORIZ. 1:1000

LEGENDA ESTRATIGRAFIA E CRITÉRIOS DE ZONAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (Perfil)

- QUATERNÁRIO - Holocénico (Recente)**
- At Aterro heterogéneo, constituído por silte-arenoso, por vezes argiloso, com fragmentos líticos e cerâmicos, de cor castanho amarelado, com vestígios de vegetais.
 - a_(ar) Aluvião arenoso (ar)
 - a_(ag) Aluvião argiloso (ag)
 - a_(cg) Aluvião com cascalheira (cg)
- NEOGÉNICO - Miocénico - "Argilas e Calcários dos Prazeres" (MPr)**
- M_(a) Argilas cinzentas-esverdeadas (a) NSPT ≥ 50, (b) NSPT < 50
 - M_(ca) Calcarenitos fossilíferos, com passagens de calcários margosos
- OLIGOCÉNICO - "Formação de Benfca" (φ)**
- φ Areias finas, siltosas e silto-argilosas, com seixo fino a médio. Siltos argilosos, com seixo frequente; cores acastanhadas, acinzentadas e por vezes avermelhadas.
- NEOCRETÁCICO - "Complexo vulcânico de Lisboa" (β)**
- β¹ Basalto, com veios calcíticos, muito a medianamente alterado, intensamente a muito fracturado, cinzento escuro, por vezes com passagens de solo residual areno argiloso. (Presença de Serpentina/Talco) (a) Rocha w2 a w3-4 GSI >40, (b) Estrutura rochosa parcialmente visível localmente SPTs 60, w4 a solo
 - τ Tufos vulcânicos silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas. Ocorrem por vezes passagens fortemente argilosas de elevada plasticidade, de origem sedimentar. Tufos por vezes brechóides e brechas vulcânicas.

- CRETÁCICO**
- Cenomaniano Superior - "Formação de Bica" (C_{2a})
 - C_{21a} Argila margosa e/ou margas argilosa esbranquiçada a amarelada.
 - C_{21b} Calcário nodular, amarelado a esbranquiçado com inclusões margosas frequentes; passando a calcário rosado, amarelado, esbranquiçado por vezes cirsificado, umas vezes compacto outras vezes margoso, com passagens argilosas.
 - C_{21c} Calcário semicristalino a cristalino com nudistas, apresentando nódulos a leitos de silix, pouco alterado a medianam. alterado, fraturas medianam. afastadas a muito próximas.
 - C_{21d} Calcário compacto branco e bege, fendilhado com prealveolinas, pouco alterado a medianamente alterado, com passagens muito alteradas a decompostas, fraturas medianamente afastadas a próximas.
 - Albiano superior e Cenomaniano médio - "Formação de Caneças" (C_{2c})
 - C_{2c} Calcário por vezes margoso, com geoides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base. (C_{2c})

- SIMBOLOGIA**
- PBV - PBV (Plano Base de Via) / Rasante
 - T.N. - Terreno natural
 - Falha (Provável)

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTÉCNICO

GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG34 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)
- SG35-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG36-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG37-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG38-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG39-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG40-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG41-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG42-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG43-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG44-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG45-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO) COM MÓDULO SISMICO
- SG4 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)
- SG44 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)
- SG45 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZÓMETRO
- PB - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZÓMETROS ASSOCIADOS
- SA - SA1 - SONDAGEM

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

CAMPANHA DE PROSPECÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1P2 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROL

CAMPANHAS DE PROSPECÇÃO EXISTENTES

- SE1 - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLI (2011)
- SE2 - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2011)
- SE3 - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2011)
- CH1 - IP-ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZÓCONE) (2011)
- CH2 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2009)
- S1 - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2016)

NOTA

Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetro(s). O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.

As sondagens geotécnicas são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.

Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel de Marquês.

A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA

PROJETO DE EXECUÇÃO

GEOLÓGICA / GEOTÉCNICA

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) (2+100 a 2+800) PERFIL 4/6

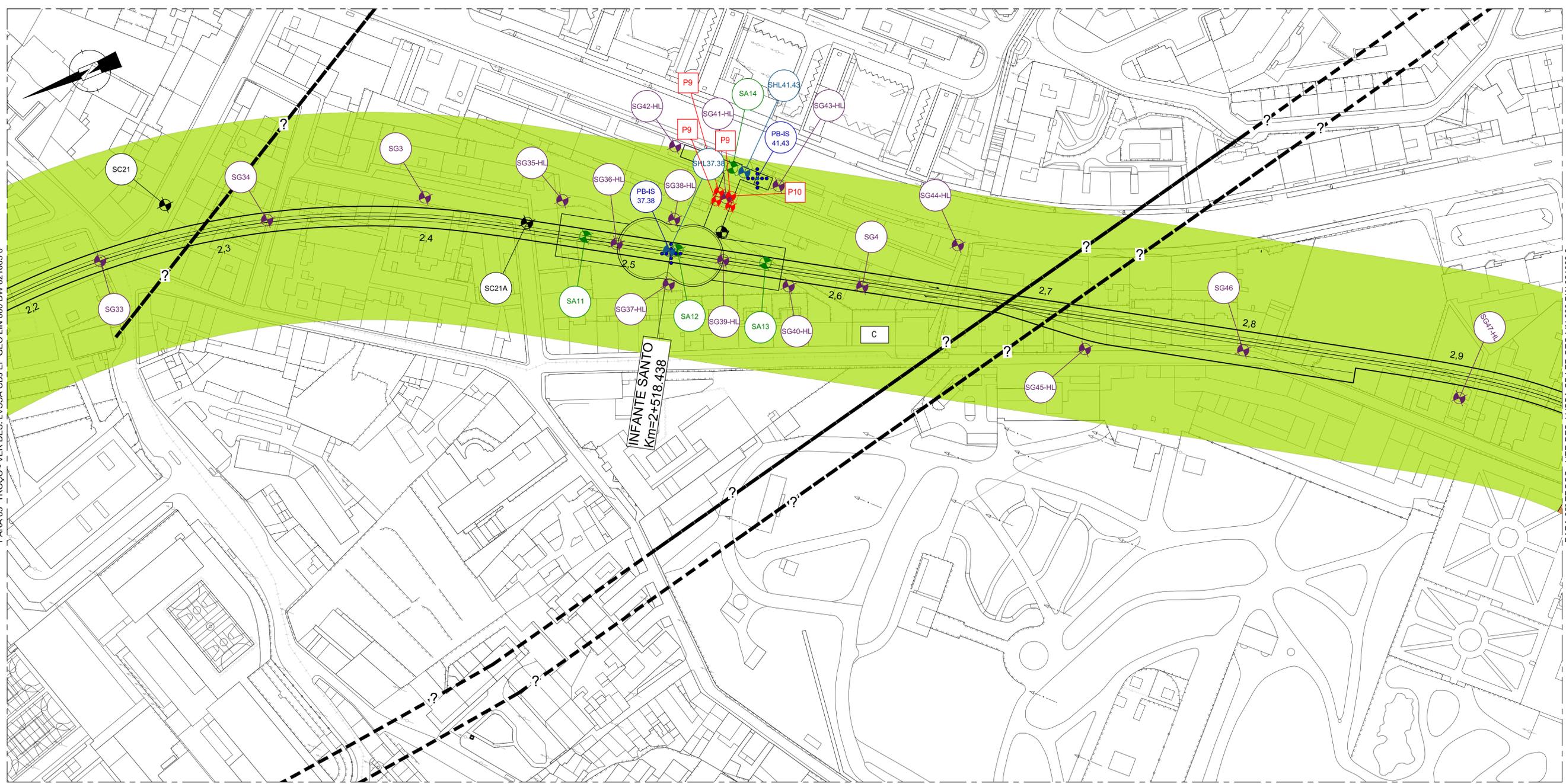
Escalas: Des. nº 131720 F. / / Alter. / / Substituído / / Nº SAP / / Versão / / Folha / /

Desenho nº LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021008 0

Alter. / /

PARA 83º TROÇO - VER DES. LVSSA CBU/EP GEO LIN 000 DW 021005 0

PARA 86º TROÇO - VER DES. LVSSA CBU/EP GEO LIN 000 DW 021009 0



PLANTA - FOLHA 4
ESC. 1:1000

LITOESTRATIGRAFIA

QUATERNÁRIO - HOLOCÉNICO (Recente)	PALEOGENO - OLIGOCÉNICO
Al - Arenas	Φ - "Formação de Benfca"
a - Aluvião	NEOCRETÁCIACO
NEOGENO - MIOCÉNICO	β' - "Complexo vulcânico de Lisboa"
M - "Argila e calcário dos Prazeres"	CRETÁCIACO
	C - "Formação da Bica / Formação de Carcaças"

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTECNICO

GEOLOGICO-GEOTECNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG2-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SCPTU - ENSAIO COM PENETRÓMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE), COM MÓDULO SISMICO
- SMIT - DILATÓMETRO DE MARCHETTI, COM MÓDULO SISMICO
- GH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SGI - SONDAGEM INCLINADA
- CI - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZOMETRO
- PR - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZOMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- FALHA (PROVÁVEL)

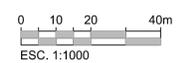
CAMPANHA DE PROSPECÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1-PZ - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROLE

CAMPANHAS DE PROSPECÇÃO EXISTENTES

- GE-01 - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGL (2011)
- GE-02 - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2011)
- CPTU-01 - IP-ENSAIO COM PENETRÓMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- GH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2009)
- SA-01 - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2016)

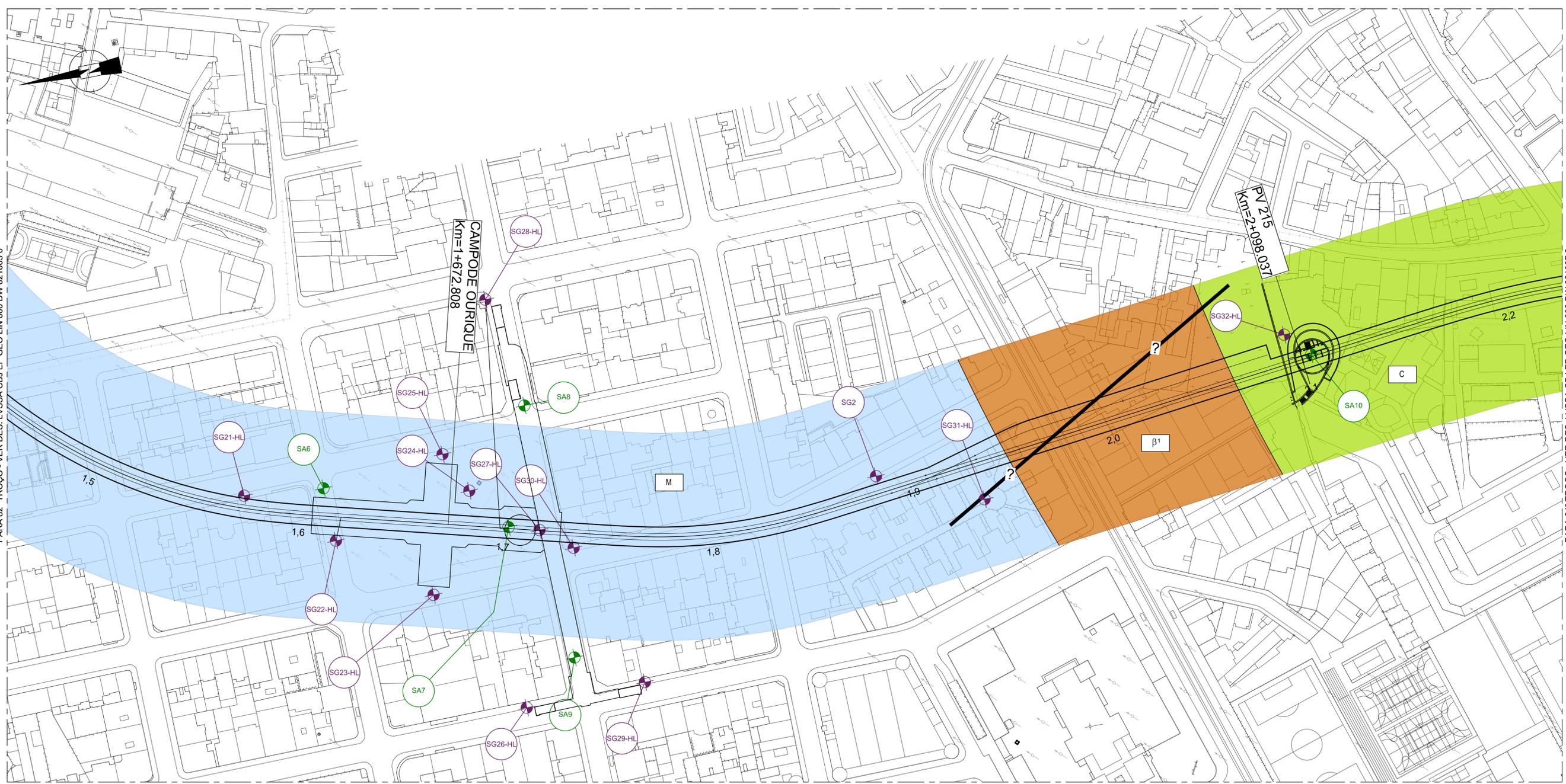
NOTA
Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetro(s). O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.
As sondagens geoambientais são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aluvião ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.
Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.
A campanha de prospecção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.



ALTERAÇÕES		DATA	DES.	VERIF.
0	EMISSÃO INICIAL			
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCANTARA PROJETO DE EXECUÇÃO GEOLOGIA / GEOTECNIA				
Data:	Des. nº	131719	F. /	
Aprov.	Subst.			
Proj.	Subst.			
Des.	Nº SAP		Versão	
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, GEOTECNICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) (2+100 a 2+800) PLANTA 4/6		 		
Aprov. RP / RVR	Verif. SCF	Proj. SCF / AMM	Des. JGS	Desenho nº
				LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021007 0
Escalas: 1/1000		Folha: /		
Alter.		0		

PARA 82º TROÇO - VER DES. LVSSA CBU/EP GEO LIN 000 DW 021003 0

PARA 84º TROÇO - VER DES. LVSSA CBU/EP GEO LIN 000 DW 021007 0



PLANTA - FOLHA 3
ESC. 1:1000

LITOESTRATIGRAFIA

QUATERNÁRIO - HOLOCÉNICO (Recente)	PALEOGENO - OLILOCÉNICO
A1 Aterros	Φ "Formação de Benfca"
a Aluvião	NEOCRETÁCICO
NEOCÉNICO - MIOCÉNICO	β1 "Complexo vulcânico de Lisboa"
M "Argila e calcário dos Prazeres"	CRETÁCICO
	C "Formação da Bica / Formação da Carneças"

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTECNICO

GEOLOGICO-GEOTECNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG2-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SCPTU - ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE), COM MÓDULO SISMICO
- SMIT - DILATOMETRO DE MARCHETTI, COM MÓDULO SISMICO
- GH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SGI - SONDAGEM INCLINADA
- CI - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZOMETRO
- PR - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZOMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- FALHA (PROVÁVEL)

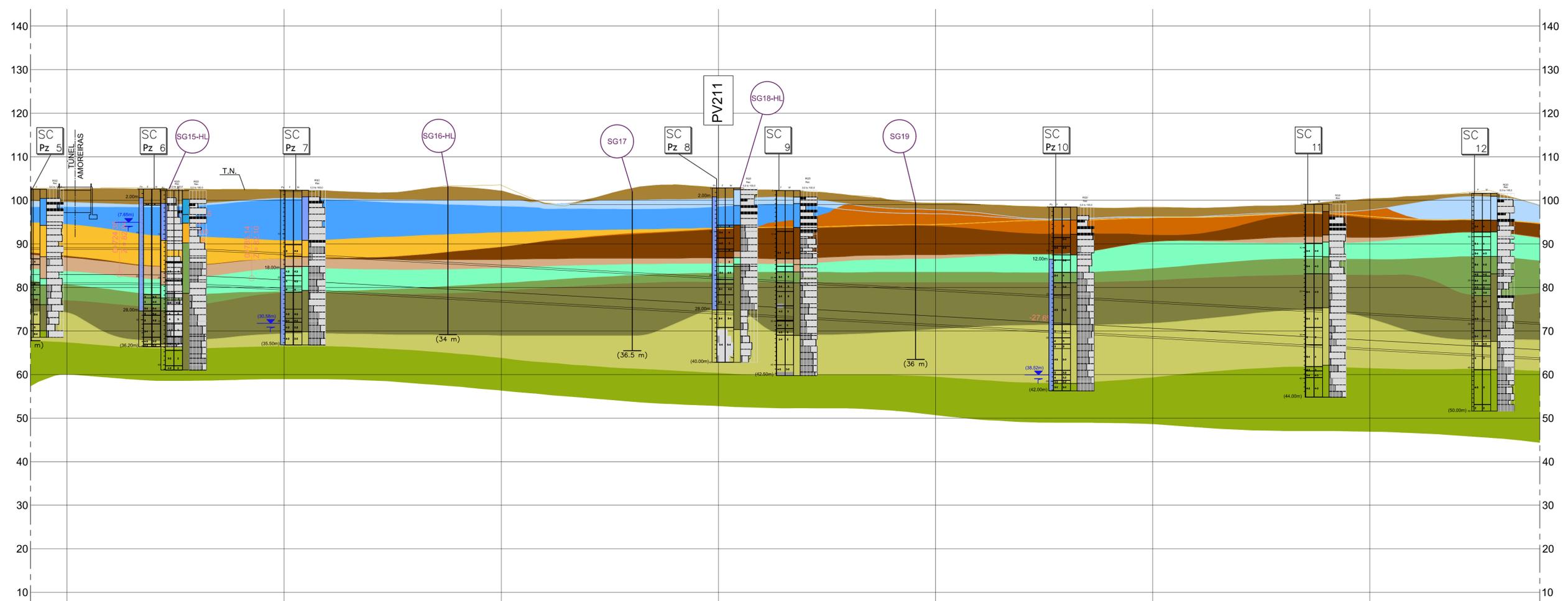
CAMPANHA DE PROSPEÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1-P2 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROLE
- SE - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLIS (2011)
- SE-CP - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2011)
- CPTU - IP-ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- DH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2009)
- SA-CP - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2016)

CAMPANHAS DE PROSPEÇÃO EXISTENTES

NOTA
Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetros(s). O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.
As sondagens geoambientais são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.
Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.
A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.

ALTERAÇÕES		DATA	DES.	VERIF.
0	EMISSÃO INICIAL			
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO GEOLOGIA / GEOTECNIA				
Data:	Des. nº	131717	F. /	
Aprov.	Verif.	Subst.	Alter.	
Proj.	Des.	Nº SAP	Verão	
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, GEOTECNICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) (1+400 a 2+100) PLANTA 3/6		 		
Escalas: 1/1000		Escalas: 1/1000		
Desenho nº: LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021005 0		Alter.: 0		



QUILOMETRAGEM	Km 0+700	0+752 0+770 0+773	Km 0+800	Km 0+900	0+991 1+000 1+008	1+079 Km 1+100	1+153	Km 1+200 1+213	1+271	Km 1+300 1+310
COTA DO TERRENO	102,000		101,977	103,268	103,018	99,076		98,008		100,351
COTA DA RASANTE	83,875		81,690	78,927	76,164	73,401		70,638		67,875
RECOBRIMENTO										
TIPO DE ESTRUTURA	OE2	Túnel de Via				PV 211	Túnel de Via			
ABOBODA										
GEOLOGIA	φ		β1		C					
PERMEABILIDADE	Muito baixa a moderada			Baixa a elevada		Média a muito elevada		Média a muito elevada		Média a muito elevada
RES. COMP. UNIAXIAL	Extremamente baixa (solos) a baixa			Mediana		Média a elevada		Baixa a elevada		Baixa a elevada
GSI	10-30			20-35		30-45		40-55		

PERFIL - FOLHA 2
ESC. VERT. 1:500 / HORIZ. 1:1000

- LEGENDA**
ESTRATIGRAFIA E CRITÉRIOS DE ZONAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (Perfil)
- QUATERNÁRIO - Holocénico (Recente)**
- At Aterro heterogéneo, constituído por silte-arenoso, por vezes argiloso, com fragmentos líticos e cerâmicos, de cor castanho amarelado, com vestígios de vegetais.
 - a_(a) Aluvião arenoso (ar)
 - a_(ag) Aluvião argiloso (ag)
 - a_(cg) Aluvião com cascalheira (cg)
- NEOGÉNICO - Miocénico - "Argilas e Calcários dos Prazeres" (MPr)**
- M_(a) Argilas cinzentas-esverdeadas (a) NSPT ≥ 50, (b) NSPT < 50
 - M_(c) Calcarenitos fossilíferos, com passagens de calcários margosos
- OLIGOCÉNICO - "Formação de Benfca" (φ)**
- φ Areias finas, siltosas e silto-argilosas, com seixo fino a médio. Siltos argilosos, com seixo frequente; cores acastanhadas, acinzentadas e por vezes avermelhadas.
- NEOCRETÁCICO - "Complexo vulcânico de Lisboa" (β)**
- β¹ Basalto, com veios calcíticos, muito a medianamente alterado, intensamente a muito fracturado, cinzento escuro, por vezes com passagens de solo residual areno argiloso. (Presença de Serpentina/Talco) (a) Rocha w2 a w3-4 GSI >40, (b) Estrutura rochosa parcialmente visível localmente SPTs 60, w4 a solo
 - τ Tufos vulcânicos silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas. Ocorrem por vezes passagens fortemente argilosas de elevada plasticidade, de origem sedimentar. Tufos por vezes brechóides e brechas vulcânicas.

- CRETÁCICO**
- C_(c1a) Cenomaniano Superior - "Formação de Bica" (C_β)
 - C_(c1b) Argila margosa e/ou margas argilosa esbranquiçada a amarelada.
 - C_(c1c) Calcário nodular, amarelado a esbranquiçado com inclusões margosas frequentes; passando a calcário rosado, amarelado, esbranquiçado por vezes calsificado, umas vezes compacto outras vezes margoso, com passagens argilosas.
 - C_(c1d) Calcário semicristalino a cristalino com nudistas, apresentando nódulos a leitos de silix, pouco alterado a medianam. alterado, fracturas medianam. afastadas a muito próximas.
 - C_(c2) Calcário compacto branco e bege, fendilhado com prealveolinas, pouco alterado a medianamente alterado, com passagens muito alteradas a decompostas, fracturas medianamente afastadas a próximas.
- Albiano superior e Cenomaniano médio - "Formação de Caneças" (C_c)**
- C_(c2) Calcário por vezes margoso, com geoides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base. (C_{c2})
- SIMBOLOGIA**
- PBV - PBV (Plano Base de Via) / Rasante
 - T.N. - Terreno natural
 - ? - Falha (Provável)

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTECNICO

GEOLOGICO-GEOTECNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG15-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SG16-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SG17 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SG18-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SG19 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC5 - SONDAGEM VERTICAL
- SC6 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC7 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC8 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC9 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC10 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC11 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SC12 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SCPTU1 - ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) COM MÓDULO SISMICO
- SCMT1 - DILATOMETRO DE MARCHETTI COM MÓDULO SISMICO
- CH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SGI - SONDAGEM INCLINADA
- C1 - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZOMETRO
- PB - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZOMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- ? - Falha (Provável)

CAMPAÑA DE PROSPECÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1P2 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROL

CAMPAÑAS DE PROSPECÇÃO EXISTENTES

- SE14 - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLI (2011)
- SC1P2 - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2011)
- OPTU4 - IP-ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- CH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2009)
- SG15 - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROL (2016)

NOTA

Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetros. O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.

As sondagens geambientais são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.

Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.

A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.

ALTERAÇÕES

0	EMISSÃO INICIAL	DATA	DES.	VERIF.

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA
S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA

PROJETO DE EXECUÇÃO
GEOLOGIA / GEOTECNIA

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, GEOTECNICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) (0+700 a 1+400) PERFIL 2/6

Escalas: Des. nº 131716 F. / /
Alter. / / / / / / / / / /
Substituído / / / / / / / / / /
Nº SAP / / / / / / / / / /
Versão / / / / / / / / / /

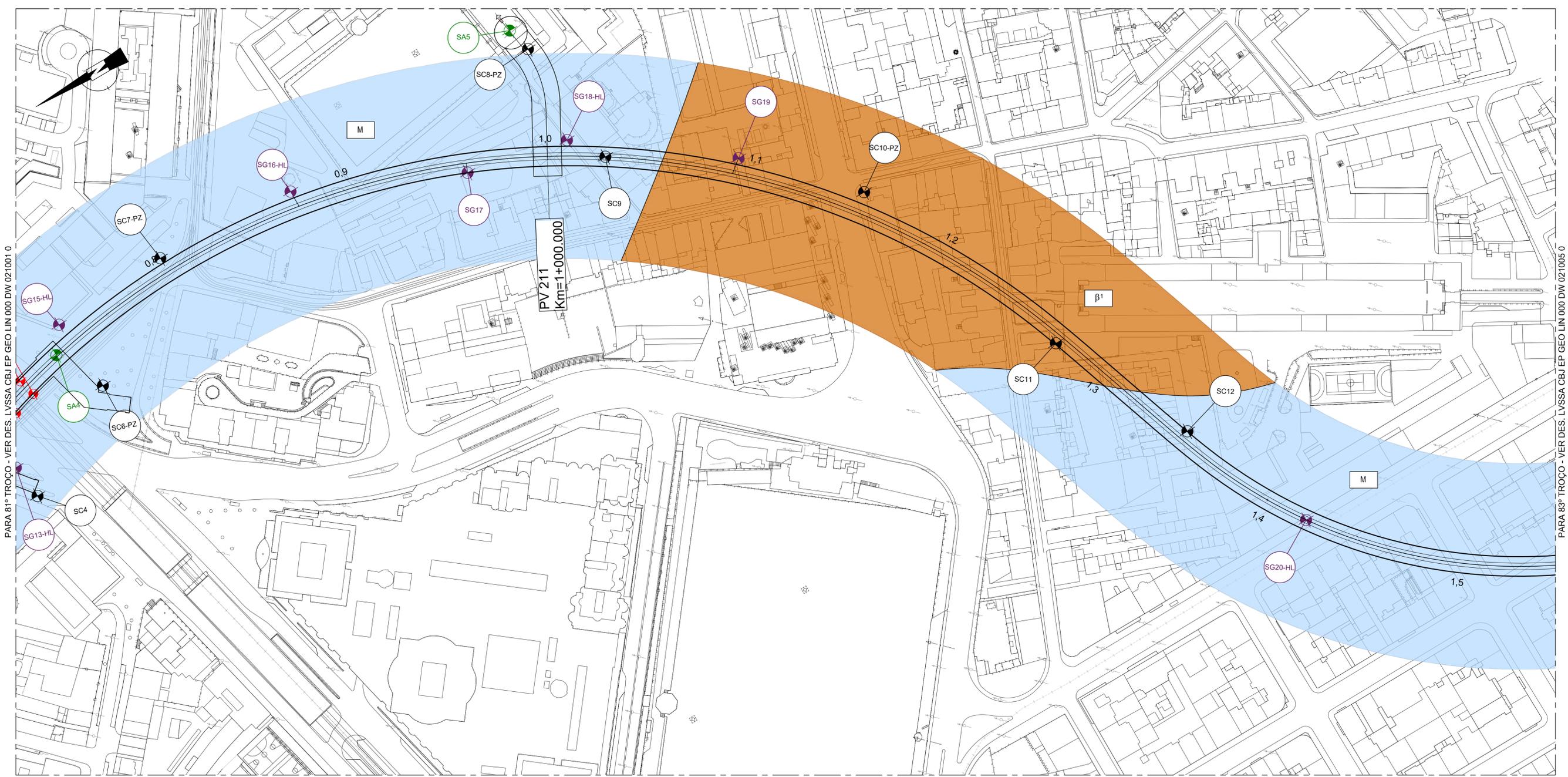
METAENÇIL
ENGENHARIA

COBA **JET** **JLGM** **TALPROJECTO**

Identificação Empresa Proposta: COBA / JET SJ / JLGM / TALPROJECTO
Escala: V:1/500 H:1/1000
Folha: / / / / / / / / / /

Aprov. RP / RVR / / / / / / / / / /
Verif. SCF / / / / / / / / / /
Proj. SCF / AMM / / / / / / / / / /
Des. JGS / / / / / / / / / /

Desenho nº: LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021004 0
Alter. / / / / / / / / / /



PLANTA - FOLHA 2
ESC. 1:1000

LITOESTRATIGRAFIA

QUATERNÁRIO - HOLOCÉNICO (Recente)	PALEOGENO - OLIGOCÉNICO
Al - Aterros	Φ - "Formação de Benfca"
a - Aluvião	NEOCRETÁCICO
NEOGENO - MIOCÉNICO	β ¹ - "Complexo vulcânico de Lisboa"
M - "Argila e calcário dos Prazeres"	CRETÁCICO
	C - "Formação da Bica / Formação de Caneças"

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTECNICO

GEOLOGICO-GEOTECNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG2-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SCPTU - ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE), COM MÓDULO SISMICO
- SMIT - DILATOMETRO DE MARCHETTI, COM MÓDULO SISMICO
- CH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SGI - SONDAGEM INCLINADA
- CI - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZOMETRO
- PR - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZOMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- FALHA (PROVÁVEL)

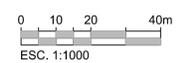
CAMPANHA DE PROSPECÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1-PZ - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROLE

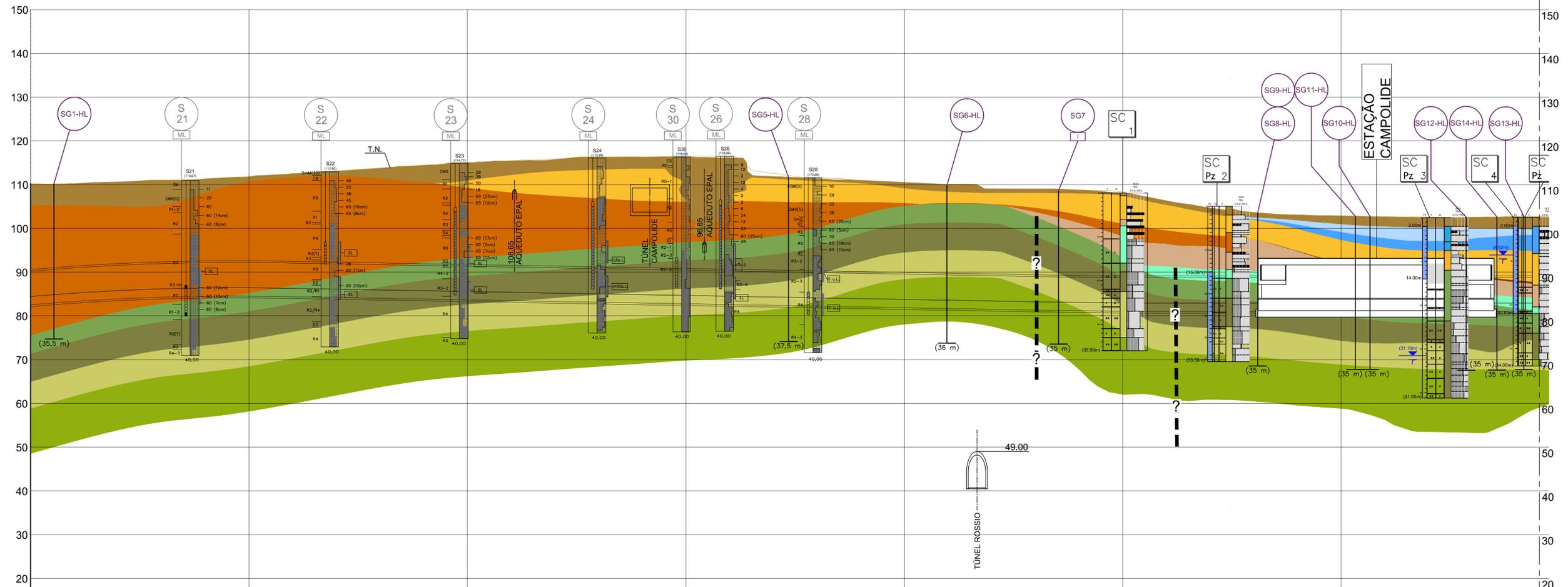
CAMPANHAS DE PROSPECÇÃO EXISTENTES

- GE1 - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLI (2011)
- BE1 - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2011)
- CPT1 - IP-ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- CH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2009)
- SA1 - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2016)

NOTA
Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetros(s). O tipo de piezometro, encontra-se indicado nas peças escritas.
As sondagens geoambientais são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.
Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.
A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.



ALTERAÇÕES			
0	EMISSÃO INICIAL	DATA	DES. VERIF.
PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO GEOLOGIA / GEOTECNIA			
Data:		Escalas:	Des. nº 131715 F. /
Aprov.:		Alter.:	
Proj.:		Subst.:	
Des.:		Nº SAP:	
PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, GEOTECNICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) (0+700 a 1+400) PLANTA 2/6		 	
Aprov.:	RP / RVR	Identificação Empresa Proposta:	COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO
Verif.:	SCF	Escalas:	1/1000
Proj.:	SCF / AMM	Folha:	
Des.:	JGS	Desenho nº:	LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021003 0
		Alter.:	0



QUILOMETRAGEM	Km 0+000	0+019	Km 0+100	Km 0+200	0+230	Km 0+300	0+350	Km 0+400	Km 0+500	0+561	Km 0+600	Kn
COTA DO TERRENO	110,025		111,746	114,979		116,293		110,461	108,061		102,834	1
COTA DA RASANTE	84,433		86,524	85,875		85,197		84,519	83,911		83,900	€
RECOBRIMENTO	19,031		18,661	22,543		24,535		19,381	17,589		19,031	
TIPO DE ESTRUTURA	OE1 - D					Túnel de Via						Estação Campolide / Amoreiras e OE2
	19,0		211,0			120,0		170,0		41,4		191,6
ABOBODA	GEOLOGIA	β ¹		C				β ¹				
	PERMEABILIDADE	Muito baixa a baixa			Baixa a média			Moderada a muito elevada			Baixa a média	
	RES. COMP. UNIAXIAL	Média a elevada		Extremamente baixa (solos) a média			Baixa a média			Média a elevada		
	GSI	40-55		15-35			30-45			15-35		

PERFIL - FOLHA 1
ESC. VERT. 1:500 / HORIZ. 1:1000

- LEGENDA**
ESTRATIGRAFIA E CRITÉRIOS DE ZONAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (Perfil)
- QUATERNÁRIO - Holocénico (Recente)**
- At Aterro heterogéneo, constituído por silte-arenoso, por vezes argiloso, com fragmentos líticos e cerâmicos, de cor castanho amarelado, com vestígios de vegetais.
 - a_(a) Aluvião arenoso (ar)
 - a_(ag) Aluvião argiloso (ag)
 - a_(cg) Aluvião com cascalheira (cg)
- NEOGÉNICO - Miocénico - "Argilas e Calcários dos Prazeres" (MPr)**
- M_(a) Argilas cinzentas-esverdeadas (a) NSPT ≥ 50, (b) NSPT < 50
 - M_(c) Calcarenitos fossilíferos, com passagens de calcários margosos
- OLIGOCÉNICO - "Formação de Benfca" (φ)**
- φ Areias finas, siltosas e silto-argilosas, com seixo fino a médio. Siltos argilosos, com seixo frequente; cores acastanhadas, acinzentadas e por vezes avermelhadas.
- NEOCRETÁCICO - "Complexo vulcânico de Lisboa" (β)**
- β¹ Basalto, com veios calcíticos, muito a medianamente alterado, intensamente a muito fracturado, cinzento escuro, por vezes com passagens de solo residual areno argiloso. (Presença de Serpentina/Talco) (a) Rocha w2 a w3-4 GSI >40, (b) Estrutura rochosa parcialmente visível localmente SPTs 60, w4 a solo
 - τ Tufos vulcânicos silto-margosos, avermelhados com veios esbranquiçados, por vezes silto-arenoso, com passagens fortemente argilosas. Ocorrem por vezes passagens fortemente argilosas de elevada plasticidade, de origem sedimentar. Tufos por vezes brechóides e brechas vulcânicas.

- CRETÁCICO**
- Cenomaniano Superior - "Formação de Bica" (C_B)
- C_{C1a} Argila margosa e/ou margas argilosa esbranquiçada a amarelada.
 - C_{C1b} Calcário nodular, amarelado a esbranquiçado com inclusões margosas frequentes; passando a calcário rosado, amarelado, esbranquiçado por vezes cirsificado, umas vezes compacto outras vezes margoso, com passagens argilosas.
 - C_{C1c} Calcário semicristalino a cristalino com nudistas, apresentando nódulos a leitões de silix, pouco alterado a medianam. alterado, fracturas medianam. afastadas a muito próximas.
 - C_{C1d} Calcário compacto branco e bege, fendilhado com prealveolinas, pouco alterado a medianamente alterado, com passagens muito alteradas a decompostas, fracturas medianamente afastadas a próximas.
- Albiano superior e Cenomaniano médio - "Formação de Caneças" (C_{C2})
- C_{C2} Calcário por vezes margoso, com geoides no topo e com passagens argilosas por vezes com gesso na base. (C_{C2})
- SIMBOLOGIA**
- PBV - PBV (Plano Base de Via) / Rasante
 - T.N. - Terreno natural
 - Falha (Provável)

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, HIDROGEOLOGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTECNICO

GEOLOGICO-GEOTECNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG2H - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SG2TU1 - ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) COM MÓDULO SISMICO
- SG2TU2 - DILATOMETRO DE MARCHETTI COM MÓDULO SISMICO
- CH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SG1 - SONDAGEM INCLINADA
- C1 - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLOGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZOMETRO
- PO - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZOMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- Falha (Provável)

CAMPANHA DE PROSPECÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC1P2 - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZOMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROLE

CAMPANHAS DE PROSPECÇÃO EXISTENTES

- SE1a - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLI (2011)
- SE1b - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2011)
- OPT1a - IP-ENSAIO COM PENETROMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- CH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2009)
- S1a - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2016)

NOTA

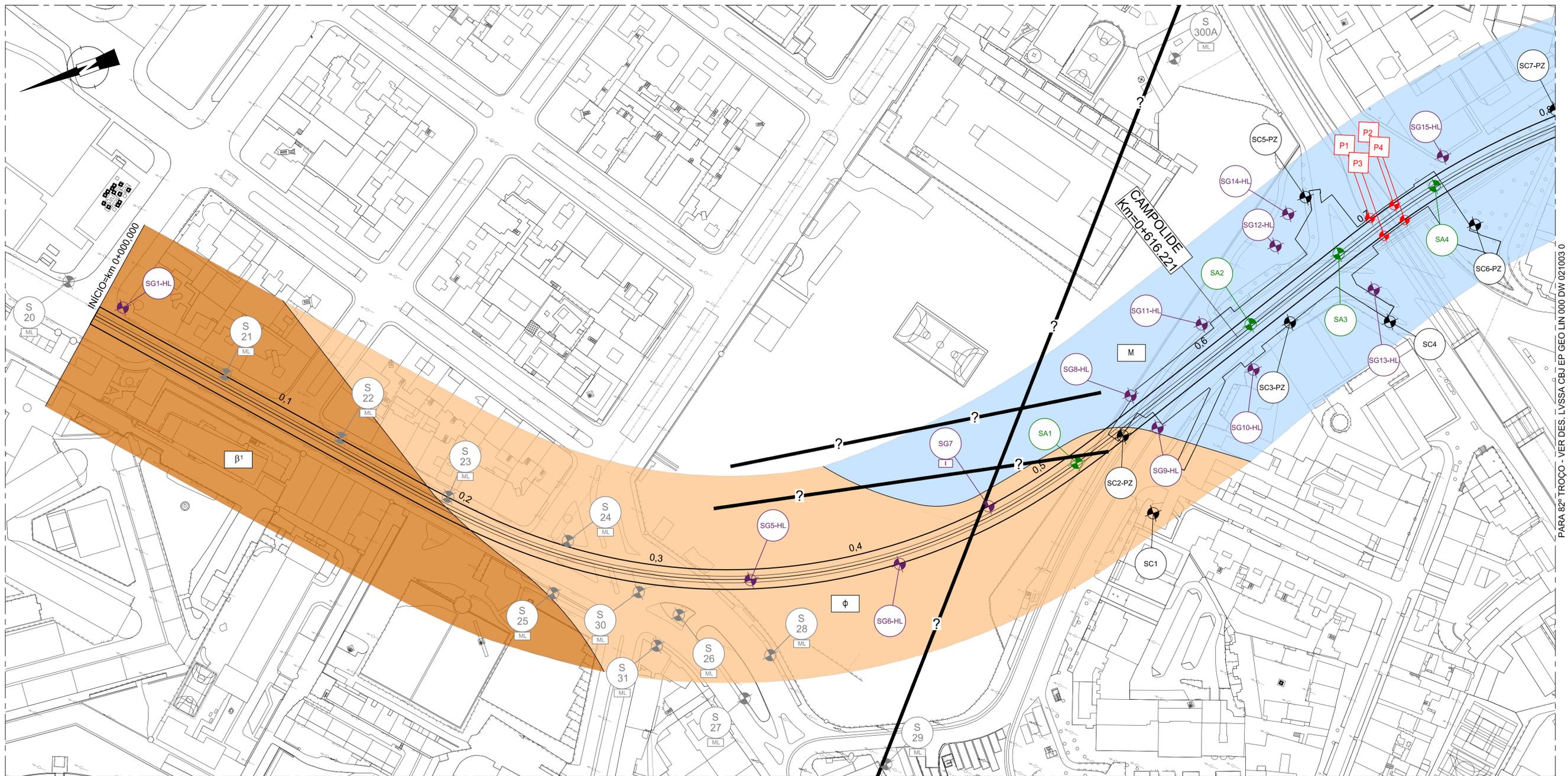
Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetros). O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.

As sondagens geotécnicas são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.

Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.

A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.

ALTERNATIVAS		0 EMISSÃO INICIAL		DATA	DES.	VERIF.
<p>PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÁNTARA</p> <p>PROJETO DE EXECUÇÃO</p> <p>GEOLOGIA / GEOTECNIA</p> <p>PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLOGICO, GEOAMBIENTAL, HIDROGEOLOGICO E GEOCONTROLE) (0+000 a 0+700) PERFIL 1/6</p>						
Data:		Des. nº: 131714		F. / /		
Aprov.:		Alter.:		Substituído		
Verif.:		Nº SAP:		Versão		
Proj.:		Folha:				
Des.:		JGS		Desenho nº: LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021002 0		
Aprov.:		MOTAENGI		Identificação Empresa Proprietária: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		
Verif.:		JET		Escalas: V:1:500 H:1:1000		
Proj.:		JLCM		Folha:		
Des.:		Alter.:		[]		



PLANTA - FOLHA 1
ESC. 1:1000

LITOESTRATIGRAFIA	
QUATERNÁRIO - HOLOCÉNICO (Recente)	PALEOGENO - OLILOCÉNICO
Al Aterros	Φ "Formação de Benfca"
a Aluvião	NEOCRETÁCICO
NEOGENO - MIOCÉNICO	β ¹ "Complexo vulcânico de Lisboa"
M "Argila e calcário dos Prazeres"	CRETÁCICO
	C "Formação da Bica / Formação de Canaças"

PROGRAMA DE RECONHECIMENTO COMPLEMENTAR (GEOLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO E GEOAMBIENTAL) - GEOTÉCNICO

GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

- SG1 - SONDAGEM VERTICAL
- SG2-HL - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)
- SCPTU1 - ENSAIO COM PENETRÓMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE), COM MÓDULO SISMICO
- SCMT7 - DILATÓMETRO DE MARCHETTI, COM MÓDULO SISMICO
- GH1 - ENSAIO CROSS-HOLE
- SG1 - SONDAGEM INCLINADA
- CI - CAROTE
- P1 - POÇO

HIDROGEOLÓGICA

- SHL - SONDAGEM COM PIEZÓMETRO
- PR - POÇO DE BOMBAGEM E PIEZÓMETROS ASSOCIADOS

GEOAMBIENTAL

- SA - SA1 - SONDAGEM

SIMBOLOGIA

- FALHA (PROVÁVEL)

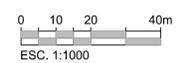
CAMPANHA DE PROSPEÇÃO ML (GEOCONTROL 2022)

- SC1 - SONDAGEM VERTICAL
- SC2-PZ - SONDAGEM VERTICAL (COM PIEZÓMETRO)
- SA - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOAMBIENTAIS GEOCONTROLE

CAMPANHAS DE PROSPEÇÃO EXISTENTES

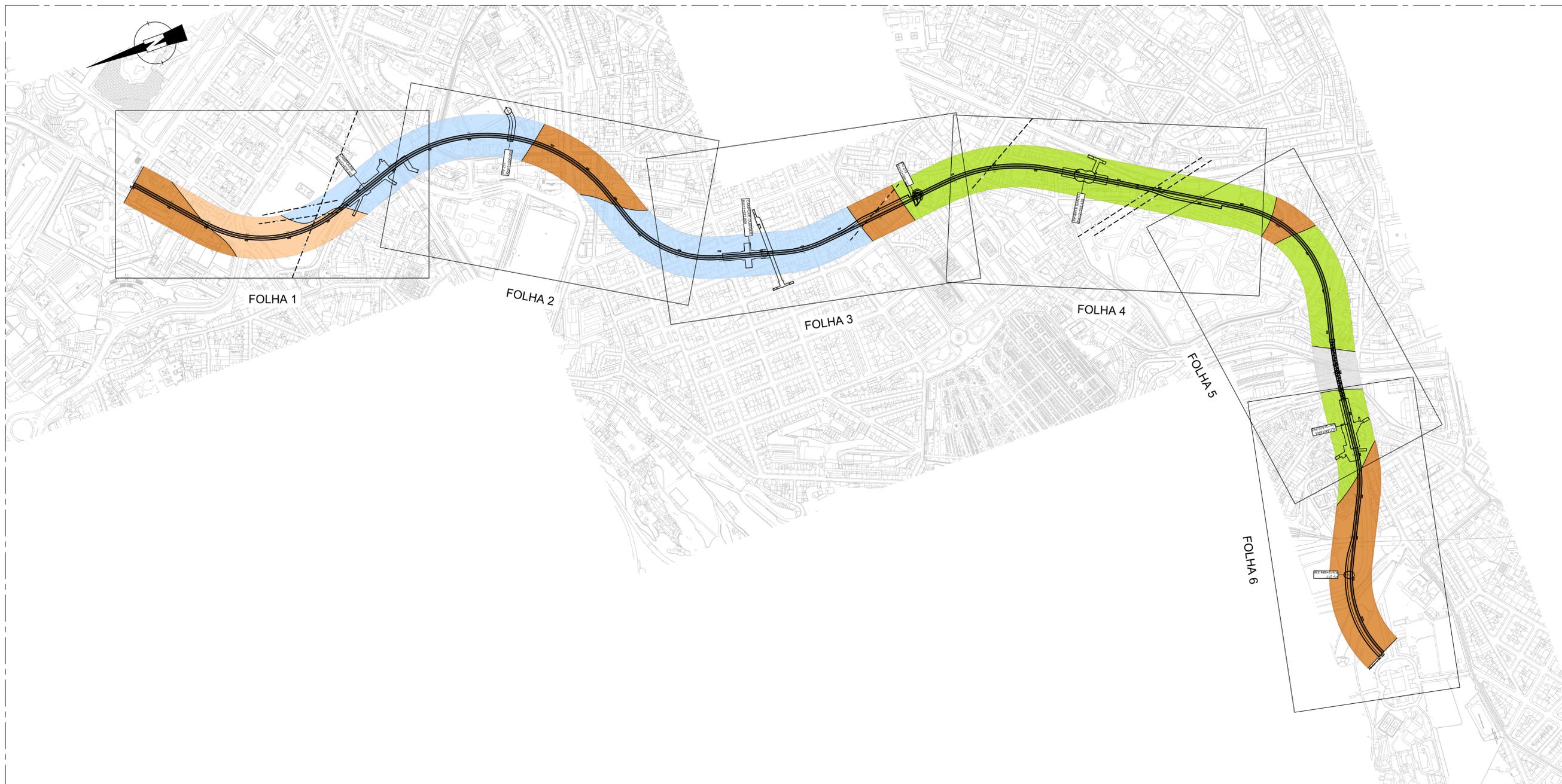
- SC1 - IP-SONDAGENS VERTICAIS MOTA ENGLIS (2011)
- SC2-PZ - IP-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2011)
- SCPTU1 - IP-ENSAIO COM PENETRÓMETRO ESTÁTICO (PIEZOCONE) (2011)
- GH1 - IP-ENSAIO CROSS-HOLE (2011)
- S - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2009)
- SA1 - ML-SONDAGENS VERTICAIS GEOCONTROLE (2016)

NOTA
Onde indicado, as sondagens da campanha geológico-geotécnica são providas de piezómetros(s). O tipo de piezómetro, encontra-se indicado nas peças escritas.
As sondagens geoambientais são executadas até uma profundidade que garanta o atravessamento das camadas de aterro e/ou aluvião, por entrada no topo da camada de substrato.
Os poços P1, P2, P3 e P4 serão realizados a partir da cota do pavimento do túnel do Marquês.
A campanha de prospeção será ajustada aos condicionamentos existentes durante a sua implementação.



ALTERNANÇAS		DATA		DES.		VERIF.	
0 EMISSÃO INICIAL							
Data:		Des. nº 131713		F. /		Alter. /	
Aprov.:		Subst.:		Subst.:		Versão	
Proj.:		Nº SAP				Folha	
Des.:							
Aprov. RP / RVR		MOTAENÇIL ENGENHARIA		COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO		Identificação Empresa Proposta: COBA / JET SJ / JLCM / TALPROJECTO	
Verif. SCF		Escalas: 1/1000		Folha: /			
Proj. SCF / AMM							
Des. JGS		Desenho nº LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021001 0		Alter. /			

PARA 82º TROÇO - VER DES. LVSSA CBJ EP GEO LIN 000 DW 021003 0



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESC. 1:5000

LITOESTRATIGRAFIA	
QUATERNÁRIO - HOLOCÉNICO (Recente)	
At Aterros	Φ "Formação de Benfica"
a Aluvião	NEOCRETÁCICO
NEOGÉNICO - MIOCÉNICO	β¹ "Complexo vulcânico de Lisboa"
M "Argila e calcário dos Prazeres"	CRETÁCICO
	C "Formação da Bica / Formação de Caneças"

ALTERAÇÕES					
0 EMISSÃO INICIAL		DATA	DES.	VERIF.	
Data: _____ Aprov. _____ Verif. _____ Proj. _____ Des. _____		PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA S. SEBASTIÃO - ALCÂNTARA PROJETO DE EXECUÇÃO GEOLOGIA / GEOTECNIA PLANTA DE LOCALIZAÇÃO		 Escalas: Des. n.º 131712 F. / / Alter. _____ Substituído _____ Nº SAP _____ Versão _____ Folha _____	
Aprov. RP / RVR _____ Verif. SCF _____ Proj. SCF / AMM _____ Des. JGS _____		  Identificação Empresa Proponente: COBA / JET S.J. / JLCM / TALPROJECTO Escalas: 1:5000 Folha: _____		Desenho n.º LVSSA MSA PE GEO LIN 000 DW 021000 0 Alter. 0	

