



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Projecto de saneamento do Sub-Sistema da Ericeira – Interceptor, Emissários e Sistemas Elevatórios - Fase III – Emissário da Quinta das Pedras, Fonte Boa dos Nabos, Interceptor do Outeirinho e Desactivação da Estação Elevatória EE10

Ana Margarida Góis Duarte Rosendo

(Licenciada em Engenharia Civil)

Relatório de Estágio para obtenção do grau de mestre em Engenharia na área de Especialização em Edificações

Orientadores:

Eng.º Júlio Walter Fernandes, Prof. Adjunto do ISEL

Eng.º Pedro Tomás, Hidroprojecto, S.A.

Júri:

Presidente:

Eng.º Manuel Brazão de Castro Farinha, Prof. Adjunto

Arguente:

Eng.º Carlos Manuel Martins, Pres. do Cons. Adm. da SIMTEJO,
Mestre

Março de 2014

Resumo

Este trabalho pretende apresentar as várias fases de construção da obra pública Projecto de Saneamento do Sub-sistema da Ericeira – Interceptor, Emissários e Sistema Elevatório - Fase III – Emissários da Quinta das Pedras, Fonte Boa dos Nabos, Interceptor do Outeirinho e Desactivação da Estação Elevatória EE10. São descritas as metodologias adoptadas na execução dos trabalhos de abertura e fecho de valas, colocação de tubagem, perfuração horizontal, trabalhos de construção civil, controlo de qualidade e validação dos trabalhos executados comparativamente aos critérios estabelecidos em caderno de encargos.

A participação neste projecto foi possível através da prestação de serviços na Hidroprojecto, contratada pelo dono de obra SIMTEJO – Águas de Portugal, S.A.

Abstract

The aim of this document is to describe the different phase of the construction of the Sub-system of Ericeira - Interceptor and Outfall Pumping System - Phase III The methodologies adopted to fulfill the tasks of opening and closing of ditches, laying pipe, horizontal drilling, civil construction, quality control and validation of the work performed and the criteria established in the guide lines.

Participation in this project was possible through the services provided by Hidroprojecto, hired by the project owner SIMTEJO - Águas de Portugal, SA.

Índice

Resumo/Abstract	i	
Índice	ii	
Índice de quadros	iii	
Índice de figuras	iv	
1	Considerações Iniciais	1
1.1	Apresentação do tema	1
1.2	Enquadramento	2
1.3	Objectivos	3
2	Características do projecto	4
2.1	Localização da obra	4
2.2	População a servir	5
2.3	Critérios de concepção	9
2.3.1	Critérios de dimensionamento	9
2.3.2	Caudais de referência	10
2.3.3	Caudais	11
2.3.4	Materiais e diâmetro das tubagens	12
3	Descrição da Empreitada	14
3.1	Traçado e perfil	14
3.2	Trabalhos realizados	16
3.3	Pormenores construtivos	17
3.3.1	Execução de troços	17
3.3.2	Perfuração horizontal	20
3.3.3	Caixas de visita	22
3.3.4	Execução das quedas guiadas/orientadas	25
4	Análise à Execução do Projecto	30
4.1	Abertura e fecho de vala	30
4.1.1	Análise granulométrica	36
4.1.2	Limites de consistência	37
4.1.3	Teor de humidade	40
4.1.4	Ensaio de compactação tipo Proctor	41
4.1.5	Gamadensímetro	42
4.1.6	Controlo de qualidade e recepção do betão	43
4.1.7	Misturas Betuminosas a Quente	45
4.1.8	Verificação da ovalização das condutas	47
4.1.9	Controle da septicidade	47
4.2	Zonas com nível freático	48
5	Segurança	50
5.1	Enquadramento	50
5.2	Sinalização temporária	52
5.3	Avaliação de riscos	55
6	Acompanhamento ambiental	58
6.1	Qualidade dos solos	58
6.2	Qualidade do ar	59
6.3	Qualidade da água	60
6.4	Ruído	61
6.5	Gestão de Produtos, Efluentes e Resíduos	63
6.6	Fase final da execução da obra	64
7	Acompanhamento Arqueológico	66
8	Conclusão	68
9	Bibliografia	69

Índice de quadros

Quadro 1	Organização do Subsistema Multimunicipal de Saneamento	2
Quadro 2	População servida pelo subsistema de drenagem, BGRI 2001	6
Quadro 3	População servida pelo subsistema de drenagem, loteamentos	7
Quadro 4	Evolução populacional considerada para a área em estudo	8
Quadro 5	População servida pelos emissários, interceptores e condutas elevatórias	8
Quadro 6	Capitações por habitante	11
Quadro 7	Caudais médios domésticos diários	11
Quadro 8	Caudais médios diários anuais	12
Quadro 9	Diâmetros utilizados nas diferentes infra-estruturas	13
Quadro 10	Dimensionamento dos emissários gravíticos	13
Quadro 11	Matriz de riscos	57

Índice de figuras

Figura 1	Enquadramento do Subsistema de Saneamento da Ericeira (www.simtejo.pt) e extrato da Carta Militar nº388 (1:25000) [Ericeira]	4
Figura 2	Ortofotomapa das zonas a intervir	5
Figura 3	Colocação de tubagem em zonas de nível freático	18
Figura 4	Pormenor vala tipo em travessia	18
Figura 5	Execução de cofragem para tubagem em leito de cheia	19
Figura 6	Colocação do equipamento de perfuração	21
Figura 7	Maciço de betão para direcionamento e nivelamento da perfuração	21
Figura 8	Trado helicoidal	22
Figura 9	Esquema de pormenor da caixa de visita	23
Figura 10	Fundo de caixa	24
Figura 11	Pormenor dos degraus	24
Figura 12	Vista de caixa de visita pintada e com tela alumino-asfáltica	25
Figura 13	Pormenor construtivo caixa de visita com queda orientada	26
Figura 14	Pormenor construtivo de caixa de visita com queda guiada	26
Figura 15	Execução da queda guiada, colocação do tubo em T	27
Figura 16	Cofragem para execução do maciço para a queda guiada.	27
Figura 17	Aspecto final da caixa de visita com queda guiada	28
Figura 18	Ensaio a caixa de visita	29
Figura 19	Extracto da carta Geológica da área metropolitana de Lisboa, Folha 388 – Mafra (1:25000); Implantação do Subsistema de Saneamento da Ericeira (Fase3)	30
Figura 20	Escavação e perfuração entre as caixas D53 e D54	31
Figura 21	Escavação próxima da caixa D41	31
Figura 22	Escavação entre as caixas D38 e D37	32
Figura 23	Escavação próxima da caixa D18	32
Figura 24	Escavação entre as caixas E8 e E7	33
Figura 25	Escavação entre as caixas E26 e E34	33
Figura 26	Escavação entre as Caixas E28 e E29	34
Figura 27	Escavação Entre as caixas F2 e F3	34
Figura 28	Pormenor do corte de vala tipo	35
Figura 29	Série de Peneiros ASTM	37
Figura 30	Concha de Casagrande	38
Figura 31	Concha de Casa Grande, abertura de sulco Concha de Casa Grande, abertura de sulco	38

Figura 32	Concha de Casagrande, esquema do fecho longitudinal do sulco	39
Figura 33	Projecção gráfica dos resultados obtidos para a determinação do limite de liquidez	39
Figura 34	Aspecto dos rolinhos executados para a determinação do limite de plasticidade	40
Figura 35	Curva de compactação	42
Figura 36	Modelo de Funcionamento de um Gamadensímetro – (A) Ensaio à superfície transmissão directa; (B) Ensaio à profundidade transmissão indirecta.	43
Figura 37	Realização de ensaios em betão fresco: Amostragem de betão; Ensaio de abaixamento; Execução de provetes para ensaios de resistência mecânica	45
Figura 38	Moldagem de provetes; Verificação de temperatura da mistura betuminosa	46
Figura 39	Extracção de carote; preparação de carotes para a realização de ensaios	47
Figura 40	Projecto de vala para colocação de tubagem com nível freático	48
Figura 41	Colocação de tubagem em zona com nível freático	49
Figura 42	Plano de sinalização com desvio de trânsito e corte de estrada	53
Figura 43	Plano de sinalização com desvio de trânsito e corte de estrada	53
Figura 44	Sinalização presente na zona do corte de estrada.	54
Figura 45	Foto ilustrativa do plano de sinalização aplicado em obra	54
Figura 46	Bacia de retenção para armazenamento de resíduos	65
Figura 47	Muro antigo sem relevância arqueológica	67
Figura 48	Restos de pratos cerâmicos sem relevância arqueológica	67

1. Considerações Iniciais

1.1. Apresentação do tema

No âmbito do Trabalho Final de Mestrado, o presente documento, insere-se no quarto semestre do Mestrado de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, perfil de Edificações. Este trabalho foi desenvolvido na empresa Hidroprojecto – Engenharia e Gestão, S.A., com sede no concelho de Lisboa. Na orientação deste trabalho estiveram presentes os Engenheiros Pedro Tomás e Vítor Dias. O primeiro numa vertente mais teórica, na leitura e interpretação do projecto e o segundo, numa vertente mais prática, no acompanhamento em obra.

A Hidroprojecto prestou os seus serviços à empresa SIMTEJO – Águas de Portugal, S.A., nomeadamente, serviços de fiscalização, gestão e controlo de qualidade, ambiente e segurança da empreitada.

Sob a forma de relatório de estágio, o Trabalho Final de Mestrado, foi desenvolvido na obra pública Projecto de Saneamento do Sub-sistema da Ericeira – Interceptor, Emissários e Sistema Elevatório - Fase III – Emissários dea Quinta das Pedras, Fonte Boa dos Nabos, Interceptor do Outeirinho e Desactivação da Estação Elevatória EE10.

A decisão de efectuar um estágio teve por base a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, numa vertente mais prática, aliando a possibilidade de trabalho em equipa.

No capítulo 2 são apresentadas as características do projecto, fazendo referência aos dados inerentes à sua realização bem a importância do mesmo para a população abrangida.

A descrição da empreitada encontra-se no capítulo 3, no qual se pormenorizam os trabalhos realizados.

No capítulo 4 faz-se uma análise crítica à execução do projecto, fazendo o paralelismo entre o que foi realizado e o que poderia ter sido melhorado/efectuado.

Nos capítulos 5, 6 e 7 são abordados respectivamente questões relacionadas com segurança, ambiente e arqueologia da obra.

1.2. Enquadramento

O Interceptor do Outeirinho – Subsistema de Saneamento da Ericeira, situado na freguesia da Ericeira, está inserido no subsistema do município de Mafra, o qual se integra no Sistema Multimunicipal de Saneamento do Tejo e Trancão (SIMTEJO).

A SIMTEJO é a empresa multimunicipal responsável pela gestão das denominadas "infraestruturas em alta" dos sistemas de águas residuais (emissários gravíticos, sistemas elevatórios e ETAR), abrange os Municípios da Amadora, Lisboa, Loures, Mafra, Odivelas e Vila Franca de Xira (bacia hidrográfica do Tejo e Trancão e Ribeiras do Oeste), servindo actualmente uma população total de cerca de 1,5 milhões de habitantes.

No quadro 1, apresenta-se a organização do Subsistema Multimunicipal de Saneamento.

Subsistema Multimunicipal de Saneamento	Subsistema de Saneamento
Lisboa	Alcântara Chelas Beirolas
Loures	Frielas Bucelas S. João da Talha
Vila Franca de Xira	Alverca Vila Franca de Xira Pequenos subsistemas
Mafra	Mafra Ericeira Malveira Pequenos subsistemas

Quadro 1: Organização do Subsistema Multimunicipal de Saneamento.

A presente tese incide no subsistema de saneamento da Ericeira – Interceptor, emissários e Sistemas Elevatórios – Fase III – Emissários de Quinta das Pedras, Fonte Boa dos Nabos, Interceptor de Outeirinho e Desactivação da Estação Elevatória.

1.3. Objectivos

O objectivo deste estágio era ter um contacto directo com a execução da obra. Inicialmente foi realizado um estudo das peças escritas e desenhadas, bem como as técnicas e materiais a aplicar. Foram analisados os condicionalismos existentes procurando a sua solução a montante, prevenindo assim futuras patologias.

Foi necessário garantir o cumprimento de prazos, custos, e qualidade da obra, não descorando os cuidados a nível de segurança e ambiente.

Foi igualmente necessário fazer a ligação entre os diferentes intervenientes, gerindo os interesses de todas as partes.



Figura 2: Ortofotomapa das zonas a intervirer.

2.2. População a servir

O Interceptor do Outeirinho ficou a receber os caudais das povoações de Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho e parte da Ericeira.

A área a servir é composta por várias bacias de drenagem, como se verificou na figura 2.

A evolução das populações a servir pelos órgãos, no âmbito deste projecto e durante o período de observação, foi determinada com base na Base Geográfica de Referência da Informação (BGRI), cujos resultados se apresentam no Quadro 2.

Bacia/Infraestrutura	BGRI		População abrangida	
	Área (ha)	Total, 2001	%	Total
Bacia V - Emissário Fonte Boa dos Nabos	1109060	7	100%	7
	1109060	4	100%	4
	1109060	13	100%	13
	1109060	25	100%	25
	1109060	41	100%	41
	1109060	34	100%	34
	1109060	66	100%	66
	1109060	69	50%	35
	1109060	24	100%	24
	1109060	24	100%	24
	Total	307		273
Bacia VI - Emissário de Quinta das Pedras	1109060	69	50%	35
	1109060	55	100%	55
	1109060	63	100%	63
	1109060	12	100%	12
	1109060	5	100%	5
	1109060	112	100%	112
	1109060	26	100%	26
	1109060	43	100%	43
	Total	385		351
Bacia VII - Interceptor do Outeirinho	1109060	17	100%	17
	1109060	24	100%	24
	1109060	41	100%	41
	1109060	29	100%	29
	1109060	15	100%	15
	1109060	16	100%	16
	1109060	57	100%	57
	1109060	0	50%	0
	1109060	113	100%	113
	1109060	10	200%	20
	Total	322		332
Bacia VIII	1109060	62	100%	62
	1109060	38	100%	38
	Total	100		100
Bacia - III EE10	1109060	13	100%	13
	1109060	13	100%	13
	1109060	0	100%	0
	1109060	8	100%	8
	Total	34		34

Quadro 2: População servida pelo subsistema de drenagem, BGRI 2001.

Por outro lado foi considerada, com base nas áreas urbanizáveis e densidades, a futura população dos loteamentos previstos, para cada infra-estrutura a projectar que se apresenta no Quadro 3.

Os estudos e projectos desenvolvidos tiveram como ano horizonte o ano de 2036.

	População Atribuída					
	Área (ha)	Nº Fogos	População por fogo	2008	2008 - 2023	2024 - 2036
Infraestrutura	0,47	7	3	21	21	21
	0,55	17	3		51	51
		4	3		12	12
	8,9	395	3		593	1185
		28		21	677	1269
Emissário de Quinta de Pedra		32	3		96	96
	0,35	8	3		24	24
	2,3	3	3		9	9
		4	3	12	12	12
	6,4	181	3		272	543
	47	3	12	413	684	
Interceptor de Outeirinho		6	3		18	18
		11	3	33	33	33
	5,2	178	3		267	534
		17		33	318	585
EE10	5,5	160	3		480	480
	0,81	29	3		87	87
		9	3		27	27
		20	3	60	60	60
	6,8	231	3		347	693
	449		60	1001	1347	
Bacia VIII		9	3	27	27	27
	7,3	403	3		605	1209
		412		27	632	1236
TOTAL		1953		153	3039	5121

Quadro 3: População servida pelo subsistema de drenagem, loteamentos

As áreas urbanizáveis e as respectivas densidades populacionais expectáveis apresentam-se no quadro seguinte.

Lugar servido	População										
	População residente				Previsto nos loteamentos			População total			
	2001	2008	2023	2036	Até 2006	Até 2023	Até 2036	2001	2006	2023	2036
Outeirinho	332	332	332	332	33	318	585	332	365	650	917
Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	351	351	351	351	12	412,5	684	351	363	764	1035
Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	683	683	683	683	45	731	1.269	683	728	1414	1952
Fonte Boa dos Nabos	273	273	273	273	21	676,5	1269	273	294	950	1542
Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	956	956	956	956	66	1.407	2.538	956	1022	2363	3494
Ericeira	100	100	100	100	27	632	1.236	100	127	732	1336
Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	1.056	1.056	1.056	1.056	93	2.039	3.774	1.056	1.149	3.095	4.830
Ericeira	34	34	34	34	60	1.001	1.347	34	94	1035	1381
Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho, Ericeira	1.090	1.090	1.090	1.090	153	3.039	5.121	1.090	1.243	4.129	6.211

Quadro 4: Evolução populacional considerada para a área em estudo.

Infra-estrutura	Bacia	População Total						
		2001	2008	2011	2016	2023	2026	2036
Interceptor de Outeirinho, Troço 1	Bacia VII	332	365	460	555	650	739	917
Emissário de Quinta de Pedra	Bacia VI	351	363	497	630	764	854	1035
Interceptor de Outeirinho, Troço 2		683	728	957	1.185	1.414	1.593	1.952
Emissário de Fonte Boa de Nabos	Bacia V	273	294	513	731	950	1147	1542
Interceptor de Outeirinho, Troço 3		956	1.022	1.469	1.916	2.363	2.740	3.494
Bacia VIII	Bacia VIII	100	127	329	530	732	933	1336
Interceptor de Outeirinho, Troço 4		1.056	1.149	1.798	2.446	3.095	3.673	4.830
EE10	Bacia III	34	94	408	721	1035	1150	1381
Interceptor de Outeirinho, Troço 5		1.090	1.243	2.205	3.167	4.129	4.823	6.211

Quadro 5: População servida pelos emissários, interceptores e condutas elevatórias.

2.3. Critérios de concepção

Na concepção dos sistemas de drenagem maximizou-se a extensão de colectores gravíticos, com escoamento em superfície livre, minimizando, desta forma, o número de sistemas elevatórios e a extensão do transporte em condutas em pressão. Este critério conduz directamente a um aumento de fiabilidade dos sistemas e a uma considerável redução nos custos de manutenção e exploração.

Por outro lado, longas distâncias a percorrer pelas águas residuais até ao local de tratamento, com tempos de retenção significativos, poderão dar origem à libertação de gás sulfídrico e à formação de ácido sulfúrico, originando libertação de maus cheiros e problemas de corrosão. Na concepção dos sistemas foi dada particular atenção a este aspecto, adoptando-se critérios de concepção e dimensionamento que conduzam à minimização destes problemas, adoptando velocidades e inclinações que propiciem boas condições de auto-limpeza e minimizem os tempos de retenção das águas residuais nos sistemas de transporte.

No âmbito do estudo teve-se em atenção, para além do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, também o normativo Europeu, referente a Sistemas de Drenagem de Águas Residuais, respeitante a definições, requisitos de comportamento, concepção e planeamento e considerações hidráulicas e ambientais.

2.3.1. Critérios de dimensionamento

Os critérios de base utilizados na concepção dos emissários foram os seguintes:

• Altura relativa de escoamento:

$$h/D \leq 0,50 \text{ para } D \leq 500 \text{ mm};$$

$$h/D \leq 0,75 \text{ para } D > 500 \text{ mm};$$

• Velocidades máxima e mínima de escoamento de, respectivamente, 3,0 e 0,6 m/s;

• Declive mínimo:

– As inclinações adoptadas foram limitadas inferiormente pelo valor de 0,005 m/m (embora o regulamento preconize 0,003 m/m não conduzindo esta inclinação a dificuldades especiais na construção dos colectores).

Excepcionalmente, quando estão em causa, por exemplo, grandes escavações ou condicionantes relativas à cota de chegada, empregam-se inclinações inferiores ao limite atrás referido.

- Declive máximo: 0,15 m/m;
- Dimensionamento hidráulico: coeficiente rugosidade Ks de $90m^{1/3}$ /s;
- Profundidade mínima de assentamento, medida ao extradorso do colector: 1,00m.

2.3.2. Caudais de referência

Em cada troço do emissário foi considerada a população cujas águas residuais a ele afluem. Este valor que vai acumulando de montante para jusante no sistema, desde que existam ligações ao longo do traçado.

O coeficiente de ponta (Cp) doméstico diurno foi calculado através da expressão estabelecida no regulamento em vigor (Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto).

No dimensionamento dos emissários gravíticos foi tido em conta o amortecimento dos caudais de montante para jusante o que origina que o factor de ponta (função da população acumulada) assuma valores elevados nos troços a montante, tornando-se menor para jusante.

Nos sistemas separativos, a verificação hidráulica foi efectuada para o caudal de dimensionamento previsto no horizonte de projecto, calculado da seguinte forma:

$$Q_{dim} = Q_{p\ dom} + Q_{p\ ind} + Q_i$$

em que:

$Q_{p\ dom}$ é o caudal de ponta doméstico, obtido a partir da seguinte expressão:

$$Q_{p\ dom} = Q_{ma} \times C \times F_p$$

onde,

Q_{ma} - caudal médio anual de água abastecida

C - coeficiente de afluência

F_p - é o factor de ponta, função da população residente

- $Q_{p\ ind}$ é o caudal de ponta industrial, considerando um factor de ponta igual a 2,0;

- Q_i representa a parcela de caudal de infiltração.

2.3.3. Caudais

Na execução deste projecto foram adoptadas as capitações que se resumem no quadro seguinte:

Capitações (l/hab/dia)		
2006	2021	2036
129	153	168

Quadro 6: Capitações por habitante

Para a transformação da capitação média de consumo em capitação de águas residuais considerou-se um coeficiente de afluência à rede de drenagem de 80%, o qual tem em conta as perdas nas redes de distribuição, a água consumida em irrigação de jardins ou espaços públicos e todas as restantes parcelas de água consumida que não atinge a rede de drenagem.

Não foram consideradas indústrias que, sob o ponto de vista da produção de águas residuais, possam ser consideradas significativas.

Infra-estrutura	Lugar	Caudais médios domésticos (m ³ /dia)						
		2008	2011	2016	2023	2026	2031	2036
Capitação Ippd		132	137	145	155	158	163	168
Interceptor de Outeirinho, Troço 1	Outeirinho	39	50	64	81	93	108	123
Emissário de Quinta de Pedra	Fonte Boa dos Nabos	38	54	73	95	108	123	139
Interceptor de Outeirinho, Troço 2	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	77	105	137	175	201	231	262
Emissário de Fonte Boa de Nabos	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	31	56	85	118	145	175	207
Interceptor de Outeirinho, Troço 3	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	108	161	222	293	346	406	470
Bacia VIII	Ericeira	13	36	61	91	118	148	180
Interceptor de Outeirinho, Troço 4	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho Ericeira	121	197	284	384	464	554	649
EE10	Ericeira	10	45	84	128	145	165	186
Interceptor de Outeirinho, Troço 5	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho Ericeira	131	242	367	512	610	719	835

Quadro 7: Caudais médios domésticos diários

O caudal de dimensionamento a considerar tem que atender a uma parcela relativa à afluência de águas residuais pluviais à rede de drenagem (caudal de infiltração), devido quer à infiltração através das juntas dos colectores e das câmaras de visita da rede, quer à drenagem de pátios interiores das habitações.

Considerando que uma parte significativa da rede será separativa adoptou-se um caudal de infiltração igual a 70% da soma dos caudais médios diários (doméstico e industrial).

No seguinte quadro, apresentam-se os valores dos caudais médios diários anuais drenados pelas infra-estruturas a projectar.

Infra-estrutura	Local	Caudais médios domésticos (m ³ /dia)						
		2008	2011	2016	2023	2026	2031	2036
Capitação Ippd		132	137	145	155	158	163	168
Interceptor de Outeirinho, Troço 1	Outeirinho	39	50	64	81	93	108	123
Emissário de Quinta de Pedra	Fonte Boa dos Nabos	38	54	73	95	108	123	139
Interceptor de Outeirinho, Troço 2	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	77	105	137	175	201	231	262
Emissário de Fonte Boa de Nabos	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	31	56	85	118	145	175	207
Interceptor de Outeirinho, Troço 3	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho	108	161	222	293	346	406	470
Bacia VIII	Ericeira	13	36	61	91	118	148	180
Interceptor de Outeirinho, Troço 4	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho Ericeira	121	197	284	384	464	554	649
EE10	Ericeira	10	45	84	128	145	165	186
Interceptor de Outeirinho, Troço 5	Fonte Boa dos Nabos, Outeirinho Ericeira	131	242	367	512	610	719	835

Quadro 8: Caudais médios diários anuais

2.3.4. Materiais e diâmetro das tubagens

O material a adoptar para os emissários foi seleccionado com base em critérios técnico-económicos, considerando factores como fiabilidade, preço, durabilidade, rugosidade e resistência estrutural.

O material adoptado foi Polipropileno corrugado (PPC) com um K_s de $90\text{m}^{1/3}/\text{s}$.

A classe dos colectores foi de SN8.

Os diâmetros utilizados foram os seguintes:

Infra-estrutura	Câmara de visita		Diâmetro
	Montante	Jusante	
Outeirinho	D1	D33	200
	D33	D35	315
	D35	D40	315
	D40	D57	315
	D57	D69	315
Quinta das Pedras	E1	D33	200
Fonte Boa dos Nabos	F1	D35	200

Quadro 9: Diâmetros utilizados nas diferentes infra-estruturas

Emissário	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	k_s ($m^{1/3}s^{-1}$)	Incl. mínima do colector (m/m)	DI (mm)	Secção cheia Q (l/s)	v (m/s)	% de escoamento q/Q	V (m/s)	Tensão de arrastamento (N/m^2)
Interceptor de Outeirinho, Troço 1	6,0	200	90	0,5	174,0	18,7	0,79	32%	0,69	1,76
Emissário de Quinta de Pedra	6,5	200	90	0,5	174,0	18,7	0,79	35%	0,71	1,83
Interceptor de Outeirinho, Troço 2	10,8	315	90	0,5	273,4	62,5	1,06	17%	0,79	2,16
Emissário de Fonte Boa de Nabos	8,9	200	90	0,5	174,0	18,7	0,79	48%	0,77	2,08
Interceptor de Outeirinho, Troço 3	17,5	315	90	0,5	273,4	62,5	1,06	28%	0,91	2,65
Interceptor de Outeirinho, Troço 4	23,0	315	90	0,5	273,4	62,5	1,06	37%	0,98	2,97
Interceptor de Outeirinho, Troço 5	28,6	315	90	0,5	273,4	62,5	1,06	46%	1,04	3,22

Quadro 10: Dimensionamento dos emissários gravíticos

3. Descrição da Empreitada

Esta empreitada estava dividida em 4 intervenções:

- Execução do Emissário da Quinta das Pedras (F01 – D35 Tubagem PPC, L=3050,0m);
- Execução do Emissário da Fonte Boa dos Nabos (E01 - D34 Tubagem PPC, L=176,0m);
- Execução do Interceptor do Outeirinho (D01 – D69 Tubagem PPC, L=2810,0m);
- Desactivação da Estação Elevatória 10.

3.1. Traçado e perfil

- **Interceptor de Outeirinho**

O Interceptor de Outeirinho com um comprimento total de 3050m faz a ligação entre Outeirinho e a estação elevatória EE8, através da qual as águas residuais são transportadas até a ETAR de Ericeira.

O Interceptor de Outeirinho tem o seu início em Outeirinho e foi instalado ao longo da ribeira de Fonte Boa e deverá ficando implantado principalmente na margem direita da ribeira de Fonte Boa de forma a recolher as águas residuais afluentes a uma ETAR compacta na câmara de visita D29.

O interceptor recolhe as águas residuais domésticas drenadas pelos emissários de Quinta das Pedras (na câmara de visita D33) e de Fonte Boa dos Nabos (na câmara de visita D35) continuando a desenvolver-se ao longo da margem direita da ribeira de Fonte Boa até a estação elevatória EE8, recebendo no seu percurso ainda os caudais actualmente elevados pela estação elevatória EE10 (na câmara de visita D57).

O Interceptor atravessa o acesso à auto-estrada A21 entre as câmaras de visita D39 e D40.

Entre as câmaras de visita D53 e D54 o Interceptor atravessa um quintal, pelo que foi realizada através de perfuração horizontal.

O emissário tem uma inclinação mínima de 0,5%.

- **Emissário de Quinta das Pedras**

O emissário de Quinta das Pedras tem um comprimento de 1250 m e conduz as águas residuais domésticas geradas (Outeirinho e Fonte Boa dos Nabos) ao Interceptor de Outeirinho.

O emissário de Quinta das Pedras tem início na câmara de visita E1 em Outeirinho/Vale Janeiro e encontra-se implantado ao longo de uma linha de água afluente à Ribeira de Fonte Boa. O emissário liga ao Interceptor do Outeirinho na câmara de visita D33.

- **Emissário de Fonte Boa dos Nabos**

O Emissário de Fonte Boa dos Nabos com um comprimento de 176m faz a ligação ao Interceptor de Outeirinho. Foi instalado na estrada municipal e ligou ao Interceptor na câmara D35.

- **Desactivação da EE10**

Fez ainda parte do presente projecto a desactivação da EE10. Na sua desactivação estiveram envolvidas as seguintes actividades:

- Remoção das lamas e transporte para a ETAR da Ericeira;
- Desmontagem e remoção de todo o equipamento manual e electromecânico instalado na estação;
- Desmontagem e remoção de todo o equipamento eléctrico instalado na estação;
- Demolição da estrutura em betão armado e o transporte vazadouro licenciado;
- Integração do espaço deixado livre tendo em conta o terreno envolvente.

3.2. Trabalhos realizados

- Montagem e desmontagem das instalações para o Estaleiro, limpeza da área de implantação e reposição das condições iniciais;
- Manutenção das instalações do Estaleiro;
- Levantamento topográfico para confirmação das cotas de soleira das caixas de visita dos colectores de ligação;
- Desmatação da área de intervenção, nomeadamente da vegetação arbustiva e arbórea existente e a remoção, carga, transporte e descarga a vazadouro autorizado;
- Decapagem da terra vegetal e da terra arável;
- Execução de escavação em abertura de valas e/ou fundações para implantação dos colectores;
- Ligação das redes 'em baixa' aos interceptores/emissários a construir;
- Construção civil completa de câmara de visita, constituída por base em betão, com anéis pré-fabricados em betão armado;
- Execução de perfuração horizontal;
- Arranque do pavimento betuminoso;
- Arranque e reposição de pavimento em caminhos de terra batida para abertura de vala, incluindo compactação nas condições pré-existentes;
- Arranque e reposição de pavimentos em calçada à portuguesa;
- Aplicação de betão betuminoso aplicado a quente;
- Carga, transporte e descarga a depósito e/ou vazadouro autorizado dos produtos sobrantes.

3.3. Pormenores construtivos

3.3.1. Execução de troços

Após a abertura da vala, coloca-se areia para formação do leito de assentamento das tubagens. A tubagem é assente segundo linhas rectas e de acordo com as inclinações de projecto, o que nem sempre se cumpriu devido à topografia do terreno. A tubagem foi distribuída ao longo das diversas frentes de trabalho de acordo com os diâmetros a aplicar, e armazenada de forma a garantir a qualidade final desta.

Após da colocação da tubagem a vala é aterrada. O material deve ser isento de pedras ou torrões compactos, detritos orgânicos, terras vegetais, lodos ou turfas. Deve ser compactado em camadas de 30cm (95% do ensaio Proctor Normal) pelo cilindro compactador. O tipo de solo influencia fortemente o peso específico seco máximo e o teor de humidade óptimo. A influência de cada tipo de solo no resultado final da compactação está na distribuição granulométrica, peso específico dos solos e a quantidade, formato dos grãos e o tipo de minerais de argila. Verificou-se que mesmo procedendo à compactação dos solos.

Foi também dada especial atenção à colocação da uma gola passa-muros, na ligação entre tubagens e caixas, garantindo assim a total estanquidade da conduta. Entre tubos, também foi colocada uma borracha para o mesmo efeito.

Sempre que se verificou N.F. procedeu-se à colocação de manta geotêxtil envolvendo a areia e a brita.



Figura 3: Colocação de tubagem em zonas de nível freático

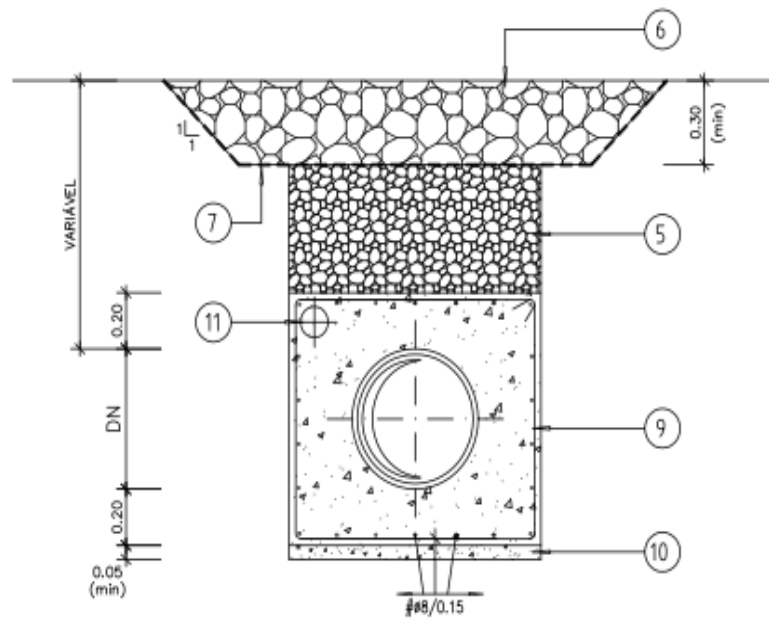


Figura 4: Pormenor vala tipo em travessia

Legenda:

- 5 – Material granular com granulometria compreendida entre 0,02m e 0,30m, compactado;
- 6 – Material granular constituído por uma mistura de enrocamento e material com granulometria compreendido entre 0,30m e 0,50m, compactado;
- 7 – Manta/tela de geotêxtil;
- 9 – Betão armado no envolvimento da tubagem;
- 10 – Betão de regularização;
- 11 – Quando aplicável tubo de pvc DN90, para enfiamento para cabo de sinais.

Nas situações em que a tubagem passou em travessias de linhas de água, a mesma foi envolvida em betão C30/37 (XA2), armado com aço A400NR, com a secção de 0.90x0.90m para sua protecção.

O corte e a moldagem dos varões de aço foram efectuados em estaleiro recorrendo a máquinas de dobrar e cortar aço, respeitando as disposições construtivas e regulamentação vigente.



Figura 5: Execução de cofragem para tubagem em leito de cheia

3.3.2. Perfuração horizontal

A execução da perfuração horizontal com micro-tuneladora foi efectuada nos locais onde a abertura de vala era de extrema complexidade ou pela impossibilidade de espacial.

No presente projecto foram preconizadas 3 perfurações horizontais, que se listam em seguida:

- Travessia da estrada municipal entre as câmaras de visita D28 e D29, com uma extensão de cerca de 22m.
- Travessia da estrada municipal entre as câmaras de visita D34 e D35, com uma extensão de cerca de 27m.
- Travessia do acesso à auto-estrada A21, entre as câmaras de visita D39 e D40, com uma extensão de cerca de 67m.

Antes de iniciar a perfuração, foi executado um poço de ataque com 11,0 x 3,0 m (dimensões em planta) em betão C35/45 (XA2), para o correcto posicionamento da perfuradora. A soleira foi coberta por *tout-venant* criando uma base consistente, que permitiu o correcto nivelamento, respeitando assim as cotas de entrada e de saída. A nível de funcionamento, a perfuradora dispõe de dois cilindros hidráulicos para empurrar os tubos a cravar no terreno, distribuindo a força total aplicada aos tubos por intermédio de um aro de impulsão.

Os tubos foram colocados em troços de 6,0m, ligados entre si por soldadura topo-a-topo.

Pelo seu interior fez-se a escavação do terreno na frente, por meio de uma cabeça de corte rotativa, accionada pela unidade de rotação hidráulica na máquina e através de um sem-fim que transporta para o exterior os produtos escavados. A tubagem foi em aço DN500, no interior da qual serão instaladas tubagem de PEAD com diâmetro de 200mm de acordo com as peças desenhadas dispondo de espessadores para facilitar a operação da sua instalação e reduzir as oscilações permitidas no interior do tubo.

O tubo de aço para protecção da conduta deverá apresentar um alinhamento correcto, de modo a permitir a inserção da tubagem de PEAD para transporte de águas sem que sejam introduzidos desvios nesta, de modo que o tubo não introduza

qualquer tensão no tubo de betão. Não pode haver contacto entre o tubo de betão ou aço e os tubos de PEAD.



Figura 6: Colocação do equipamento de perfuração



Figura 7: Maciço de betão para direcionamento e nivelamento da perfuração



Figura 8: Trado helicoidal

3.3.3. Caixas de visita

As caixas de visita foram colocadas sempre que houve:

- Confluência de colectores;
- Mudança de direcção, inclinação e de diâmetro dos colectores;
- Nos alinhamentos rectos, com afastamento máximo de 60m excepto para casos devidamente justificados.

Foram instalados degraus para acesso às caixas de visita, em varão de aço $\Phi 25$, revestidos a polipropileno. A envolvente do degrau foi preenchida por resina époxy para garantir a estanqueidade de toda a caixa.



Figura 10: Fundo de caixa



Figura 11: Pormenor dos degraus.



Figura 12: Vista de caixa de visita pintada e com tela alumino-asfáltica.

3.3.4. Execução das quedas guiadas/orientadas

Sempre que se verifica mudança abrupta de cotas de entrada e de saída das caixas de visita, são executadas quedas guiadas ou orientadas. Estes desníveis já estavam previstos em projecto, relacionados com a topografia do terreno. Sempre que a queda é inferior a 50cm, executa-se uma queda orientada, por dentro da caixa de visita. Sempre que a queda foi superior a 50cm, executam-se um maciço protector da tubagem.

Nas figuras seguintes apresentam-se, respectivamente, o pormenor construtivo de uma caixa com queda orientada e guiada.

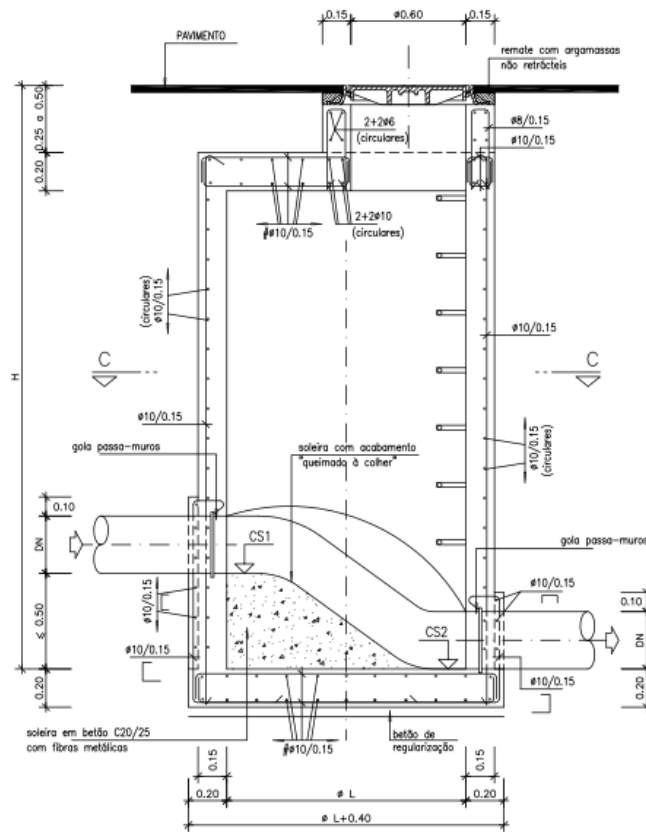


Figura 13: Pormenor construtivo caixa de visita com queda orientada.

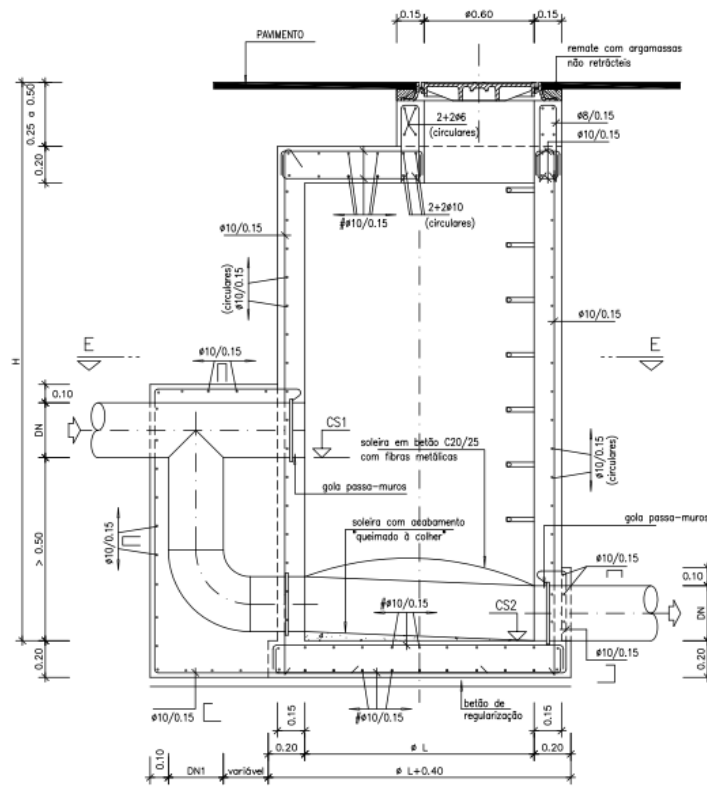


Figura 14: Pormenor construtivo de caixa de visita com queda guiada.

De seguida mostra-se a reportagem fotográfica, da execução de queda guiada numa caixa de visita.



Figura 15: Execução da queda guiada, colocação do tubo em T.



Figura 16: Cofragem para execução do maciço para a queda guiada.



Figura 17: Aspecto final da caixa de visita com queda guiada.

No final da execução foram realizados ensaios à estanquidade das condutas e caixas de visita. Foram seguidos os seguintes passos:

- Colocar balões nas caixas de visita e nas câmaras de ramal (pressão aproximada entre 5 a 7 bar);
- Encher a conduta com água a partir da caixas de visita mais a jusante, por modo a permitir que o ar saia no ponto mais alto;
- Aguardar 60 minutos, pode ser necessário um tempo de espera de estabilização;
- O tempo de ensaio deve ser de 1h30min. Geralmente 1h é suficiente, no entanto, pode ser necessário um período maior devido às condições climáticas, por exemplo, para tempo muito seco;
- Medir a altura que a água desceu e determinar o volume correspondente;
- Verificar se a redução do volume de água são aceitáveis.



Figura 18: Ensaio a caixa de visita.

4. Análise à Execução do Projecto

Neste capítulo faz-se uma análise crítica ao projecto executado, onde são referidos aspectos que deveriam ter sido tidos em conta ou mesmo alterados.

4.1. Abertura e fecho de vala

A área em estudo revê-se no ambiente morfológico típico da zona, sendo possível verificar uma grande heterogeneidade geológica o que pode ser constatado pela grande diversidade de solos escavados ao longo do empreitada.

Na figura 19, ilustra-se as diversas litologias interceptadas na implantação do Subsistema de Saneamento da Ericeira (fase3).



Figura 19: Extracto da carta Geológica da área metropolitana de Lisboa, Folha 388 - Mafra (1:25000); Implantação do Subsistema de Saneamento da Ericeira (Fase3).

A heterogeneidade referida pode ser comprovada pelas seguintes fotografias ao longo dos diferentes troços. Nas figuras abaixo apresentam-se as várias unidades estratigráficas [U.E.].

Entre as caixas D69 e D54 a estratigrafia registada durante os trabalhos foi:

- [U.E.1]- camada constituída por solo vegetal;
- [U.E.2]- camada constituída por solo arenoso castanho;
- [U.E.3]- camada constituída por rocha calcária.



Figura 20: Escavação e perfuração entre as caixas D53 e D54.

Entre as caixas D53 e D41 a estratigrafia registada durante os trabalhos foi:

- [U.E.1]- camada constituída por solo vegetal;
- [U.E.2]- camada constituída por solo arenoso castanho;
- [U.E.3]- camada constituída por solo silto-argiloso castanho claro.



Figura 21: Escavação próxima da caixa D41.

Entre as caixas D39 e D36 a estratigrafia registada durante os trabalhos foi:

- [U.E.1]- camada constituída por “*tout-venant*”;
- [U.E.2]- camada constituída por solo silto-argiloso castanho;
- [U.E.3]- camada constituída por solo argiloso castanho escuro;
- [U.E.4]- camada constituída por rocha calcária.



Figura 22: Escavação entre as caixas D38 e D37

Entre as caixas D19 e D1 a estratigrafia registada durante os trabalhos:

- [U.E.1]- camada constituída por solo vegetal;
- [U.E.2]- camada constituída por solo arenoso e argiloso castanho;
- [U.E.3]- camada constituída por rocha calcária.



Figura 23: Escavação próxima da caixa D18.

A estratigrafia registada durante a escavação, entre as caixas E1 e E10:

[U.E.1]- camada constituída por solo silto-arenoso castanho-amarelado;

[U.E.2]- camada constituída por saibro.

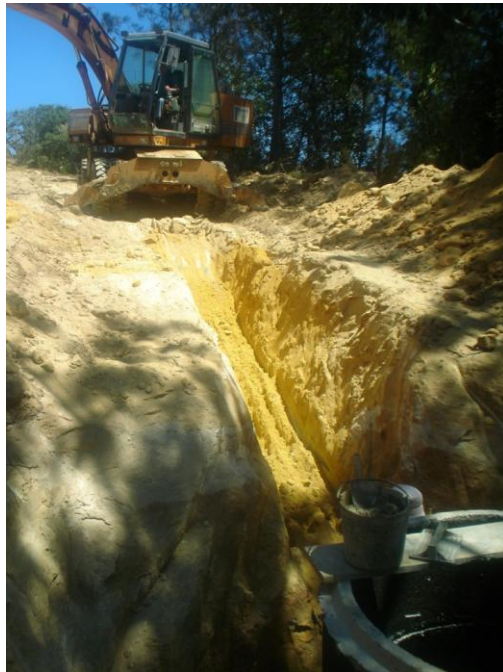


Figura 24: Escavação entre as caixas E8 e E7.

A estratigrafia registada durante a escavação, entre as caixas E11 e E21:

[U.E.1]- camada constituída por solo vegetal;

[U.E.2]- camada constituída por solo silto-arenoso castanho-avermelhado.



Figura 25: Escavação entre as caixas E26 e E34.

A estratigrafia registada durante a escavação, entre as caixas E26 e E34 (D34):

- [U.E.1]- camada constituída por solo vegetal;
- [U.E.2]- camada constituída por solo silto-argiloso castanho;
- [U.E.3]- camada constituída por solo rochoso calcário.



Figura 26: Escavação entre as Caixas E28 e E29.

A estratigrafia registada durante a escavação entre as caixas F1 e F5:

- [U.E.1]- camada constituída por asfalto;
- [U.E.2]- camada constituída por “*tout-vennant*”;
- [U.E.3]- camada constituída por solo silto-argiloso castanho.



Figura 27: Escavação Entre as caixas F2 e F3.

A realização do controlo de qualidade dos materiais a colocar na vala engloba a sua caracterização prévia, no sentido de avaliar se poderão ser reutilizados em obra, bem como em que parte da obra deverão ser aplicados.

Para além de se garantir que a construção dos aterros se efectua apenas com solos adequados, importa igualmente garantir a qualidade da aplicação desses solos nas diversas camadas de aterro.

Na figura retrata-se o pormenor do corte de uma vala típica.

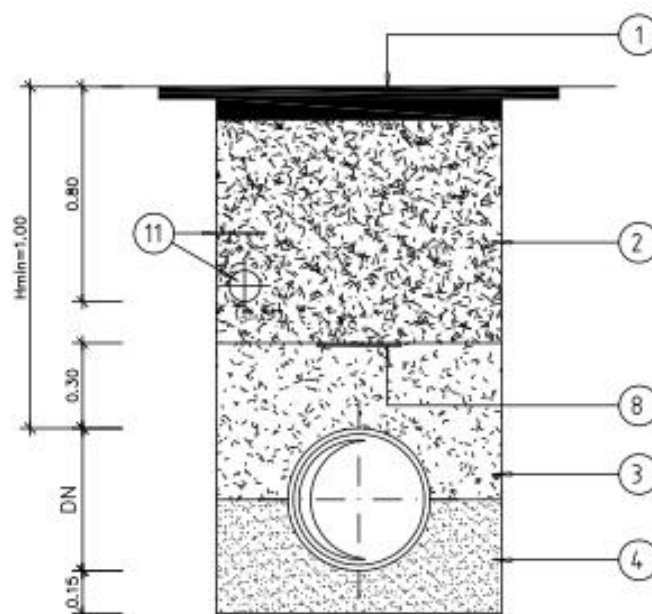


Figura 28: Pormenor do corte de vala tipo.

Legenda:

- 1 – Terra vegetal ou tout-venant;
- 2 – Material da própria vala ou material de mancha de empréstimo isento de pedras ou torrões compactos, detritos orgânicos, terras vegetais, lodos ou turfas, em camadas mínimas de 0,20m;
- 3 – Material seleccionado da própria vala ou material da mancha de empréstimo, de granulometria fina, isento de pedras ou torrões de dimensões superiores a 0,02m, detritos orgânicos, terras vegetais, lodos ou turfas, até 0,30m acima do extradorso das tubagens. Em estradas nacionais tout-venant em camadas de 0,15m;
- 4 – Areia ou areão, compactada por processos manuais ou mecânicos;
- 5 – Material granular com granulometria compreendida entre 0,02m e 0,30m, compactado;
- 8 – Banda em pvc para sinalização da tubagem;
- 11 – Quando aplicável tubo de pvc DN90, para enfiamento para cabo de sinais.

Atendendo a que os materiais utilizados são solos, o fundo da vala deveria ter sido compactada/ensaiada. Deveria ter sido garantida/verificada a resistência da camada de recepção da conduta. Após o recobrimento do tubo (2 – Material da própria vala ou material da mancha de empréstimo) deveriam ter sido efectuados ensaios de controlo de compactação.

Embora o caderno de encargos seja genérico em relação aos critérios de aceitação do grau de compactação (G.C) obtido (95 % do valor de proctor normal), esta opção poderá ser algo conservadora em alguns aspectos. O critério de aceitação do G.C poderia ter tido em conta o tipo de solicitações a que as valas vão estar sujeitas. Para caminhos agrícolas, caminhos pedonais e zonas intransitáveis, o G.C das camadas superiores poderia ter sido ajustado para um valor de 90% do valor do proctor normal, o que não colocaria em causa a qualidade da execução da vala.

De seguida nomeiam-se os ensaios que deveriam ter sido realizados.

4.1.1. Análise granulométrica

A determinação da análise granulométrica de amostras de solos é regulamentada pela especificação “Análise Granulométrica - LNEC E 239:1970 - Solos”. Esta norma fixa o modo de determinar quantitativamente a distribuição das partículas constituintes do solo, por calibres. As amostras a ensaiar deverão ser previamente secas em estufa (até peso constante), e depois peneiradas através da série de peneiros definida no referencial normativo acima referido.

Na figura 29 apresenta-se uma ilustração de uma série de peneiros ASTM.



Figura 29: Série de Peneiros ASTM

A peneiração deve prolongar-se até que, em qualquer peneiro, não passe, durante um minuto, mais do que 1% do material nele retido.

Terminada a peneiração, pesam-se diversas fracções e procede-se ao cálculo das percentagens acumuladas passadas.

Os resultados obtidos apresentam-se sob a forma de uma tabela de dados e ainda sob a forma gráfica.

4.1.2. Limites de consistência

Os limites de consistência, também designados como limites de Atterberg, com interesse neste tipo de obras, são os limites de liquidez e de plasticidade.

- **Limite de liquidez**

O limite de liquidez de um solo pode ser interpretado como sendo o teor de humidade que separa o estado de consistência líquido do plástico. O limite de liquidez corresponde ao teor de humidade do solo quando este permite o fecho de um sulco traçado de acordo com a norma, numa extensão de 1 cm, pela aplicação de 25 golpes na concha de Casagrande. A determinação deste parâmetro é obtida recorrendo ao uso de uma concha Casagrande, equipamento devidamente normalizado, bem como ao procedimento “Determinação do limite de liquidez/plasticidade NP 143 – 1969”.

Na figura 30 apresenta-se uma ilustração da concha de Casagrande.



Figura 30: Concha de Casagrande



Figura 31: Concha de Casa Grande, abertura de sulco

Seguidamente inicia-se com a concha um movimento de subida e queda, a um ritmo constante, registando-se o número de golpes que é necessário dar para que o sulco se feche longitudinalmente, numa extensão de 10 mm.

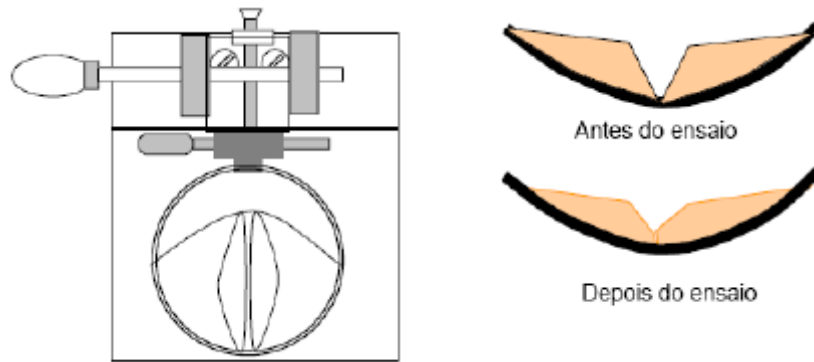


Figura 32: Concha de Casagrande, esquema do fecho longitudinal do sulco

Depois retira-se uma amostra do local onde o solo se uniu e determina-se o teor de humidade. Este procedimento é repetido mais três a quatro vezes, para diferentes humidades do solo. A repetição deste procedimento para teores de humidade diversos, permitirá construir um o gráfico apresentado na figura 33.

Convencionou-se, que o teor de humidade correspondente a 25 golpes na concha de Casagrande é o limite de liquidez (segundo recta traçada).

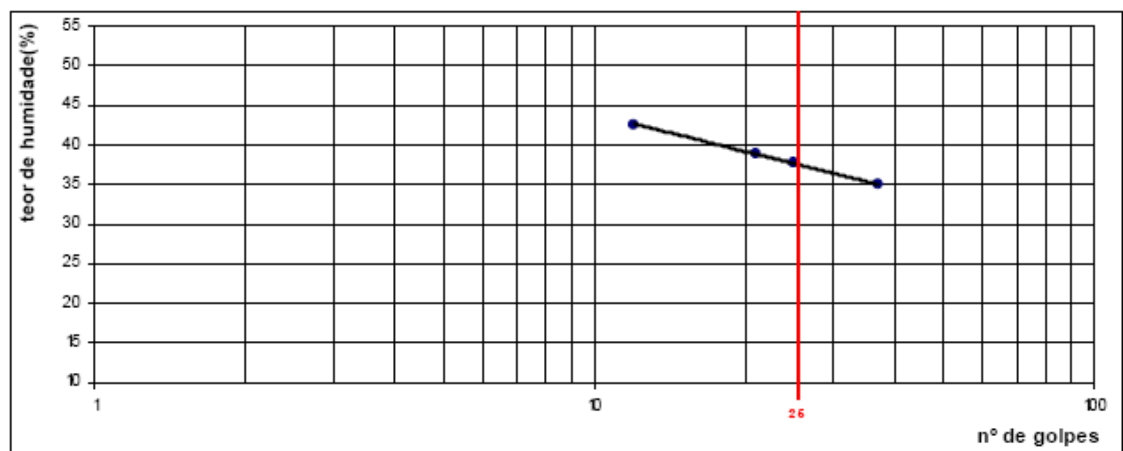


Figura 33: Projecção gráfica dos resultados obtidos para a determinação do limite de liquidez

- **Limite de plasticidade**

O ensaio para a determinação do limite de plasticidade corresponde ao teor de humidade que limita o comportamento semi-sólido, do plástico.

A determinação deste parâmetro é obtida de acordo com a norma “Determinação do Limite de Plasticidade NP 143 – 1969”.

O ensaio inicia-se rolando, sobre a face esmerilada da placa, uma amostra de solo (material que passa no peneiro n.º 40 (0,425 mm)) com um teor de humidade inicial próximo do limite de liquidez. A velocidade de rolamento deve ser tal que permita três movimentos completos (movimento de vai e vem), durante um segundo.

Na figura 34 apresenta-se uma ilustração dos rolos efectuados para a realização do ensaio.

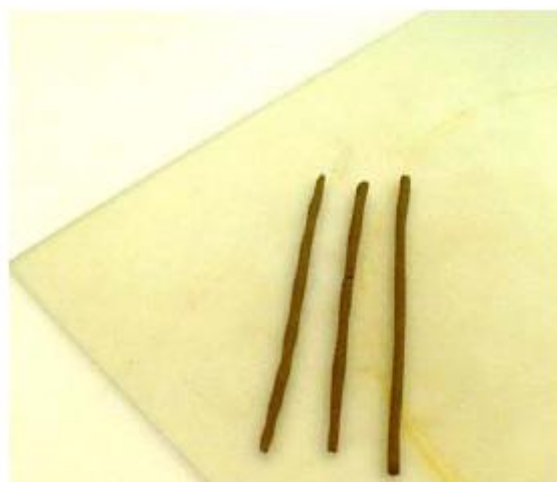


Figura 34: Aspecto dos rolinhos executados para a determinação do limite de plasticidade.

Quando o solo rompe, para um diâmetro de três milímetros, determina-se o respectivo teor de humidade. Este procedimento deve ser repetido três vezes (ficando-se no total com 4 rolos), registando-se, em cada um deles, os valores dos pesos secos e húmidos dos rolos de solo, para determinação dos teores de humidade. O resultado do ensaio corresponde ao valor médio obtido para o teor de humidade determinado para cada um dos rolinhos executados.

4.1.3. Teor de humidade

O teor de humidade corresponde ao teor em água livre no solo, ou seja, ao teor em água do solo que se liberta por secagem em estufa a temperaturas de 105°C. Há vários métodos utilizados para a determinação deste parâmetro. Nos pontos seguintes referem-se os métodos utilizados no controlo de qualidade desta obra. Existem vários métodos para determinar este parâmetro, seguidamente apresenta-se o método mais usual em obra.

O método da estufa é um método padrão, e como tal dá resultados precisos e fiéis. A determinação deste parâmetro é obtida recorrendo ao procedimento “Determinação do Teor de Humidade - NP 84 - 1965”. O teor de humidade de um provete de solo pode ser definido como sendo o quociente expresso em percentagem, da massa de água (M_w) que se evapora do provete para a temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, pela massa da amostra depois de seco (M_s). Por massa de solo seco entende-se como a Massa de solo obtida após secagem e pesagens sucessivas efectuadas pelo menos com 1h de intervalo e não diferindo entre si de mais do que 0,1%. O teor de humidade é calculado segundo a seguinte fórmula:

$$W = (M_w/M_s) \times 100$$

4.1.4. Ensaio de compactação tipo Proctor

O ensaio de compactação Proctor é um método de compactação experimental que permite avaliar qual é o peso volúmico seco máximo que um solo pode atingir pela aplicação de determinada energia de compactação. A determinação deste parâmetro é obtida recorrendo à Especificação LNEC E 197 – 1966. Pela aplicação deste método, determina-se a relação entre a humidade do solo e o peso volúmico atingido após compactação.

Este método utiliza-se para a obtenção de um valor padrão laboratorial, que possibilite a realização de um controlo de compactação de solos aplicados em camadas de aterro, permitindo a determinação do grau de compactação obtido em campo.

Actualmente, este é de facto o ensaio de compactação de solos mais utilizado em obras de aterro, especialmente em obras rodoviárias, ferroviárias, aeródromos e barragens de terra.

Dado que se pretende analisar as características dos solos, tendo sempre presente a sua utilização em obras rodoviárias, está definida a realização da compactação pesada.

Para cada tipo de solo, foram moldados vários provetes com diferentes teores de humidade, para os quais se determinou o valor da baridade seca. Depois, pelo traçado da curva correspondente à relação baridade seca versus teor de água,

determinaram-se o teor óptimo de humidade e a baridade seca máxima, obtidos para a energia de compactação aplicada.

Na figura 35 apresenta-se uma ilustração um exemplo de curva de compactação.

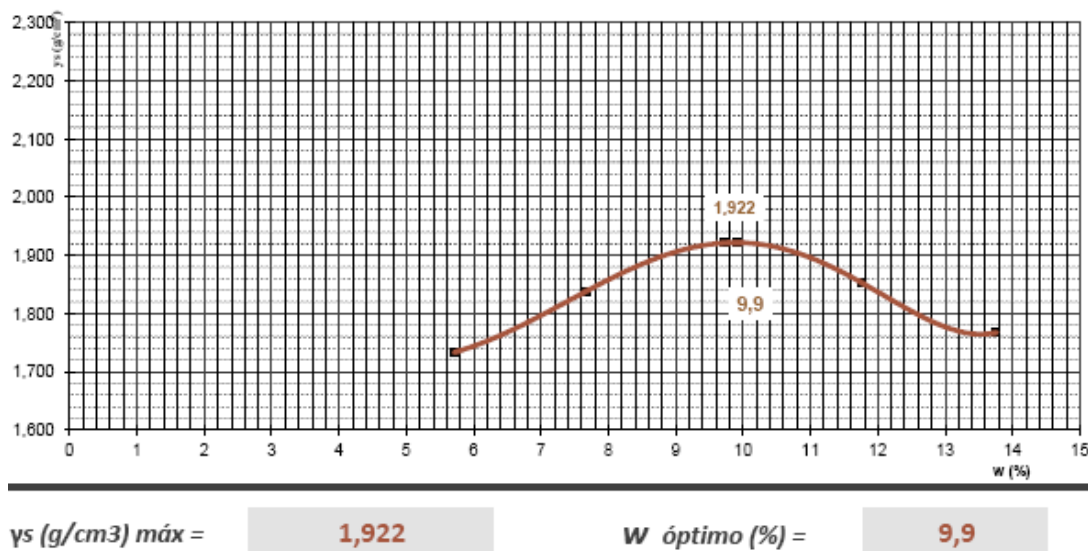


Figura 35: Curva de compactação

4.1.5. Gamadensímetro

Este equipamento permite a realização de ensaio expedito para determinar o teor de humidade do solo, bem como sua baridade húmida (massa volúmica húmida).

Os nucleodensímetros, vulgarmente conhecidos por gamadensímetros, são equipamentos radioactivos que utilizam uma fonte selada (Radionuclido: Césium – 137 de 0,30 GBq; Américium -241: Berílio de 1,48 GBq) para emissão de radiações no solo e um receptor para registar as radiações recebidas depois de terem atravessado um determinado volume de solo.

A perda de energia durante o processo está relacionada com o teor em água e com a baridade seca.

O método da difusão de neutrões baseia-se no facto de que a energia gasta por um neutrão quando embate num átomo do solo é máxima quando esse átomo for um átomo de hidrogénio. Assim, aquando da realização de um ensaio, é quantificado o

número de neutrões lentos recebidos após o choque com o solo de um feixe de neutrões rápidos. Deste modo o resultado depende da quantidade de água existente.

A medição do teor em água faz-se por emissão de neutrões rápidos no solo, que por colisão com os átomos de hidrogénio se transformam em neutrões lentos. Um maior número de neutrões lentos registados no receptor corresponderá, assim, a um maior teor de humidade.

Na figura 36 apresenta-se uma ilustração do funcionamento de um gamadensímetro.

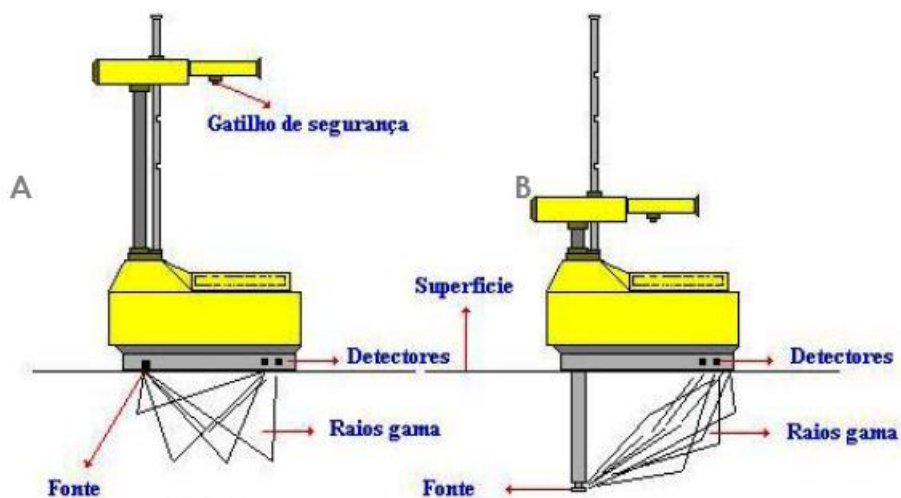


Figura 36: Modelo de Funcionamento de um Gamadensímetro – (A) Ensaio à superfície transmissão directa; (B) Ensaio à profundidade transmissão indirecta (retirada de Troxlerlabs).

4.1.6. Controlo de qualidade e recepção do betão

Aquando da realização de betonagens, para garantir o controlo e verificação da qualidade do betão aplicado em obra, dever-se-ia ter implementado um Procedimento de Recepção de Betão (PRB), de modo a permitir o acompanhamento e rastreabilidade dos lotes de betão aplicados.

Seguidamente apresenta-se a estrutura de um PRB que poderia ter sido aplicado em obra:

- Tempo de fabrico, entregas e colocação;
- Volume de betão colocado;
- Ensaios realizados e amostragem;
- Resultados de ensaios realizados.

O plano de amostragem para os ensaios de identidade sobre um lote deverá ser elaborado de acordo com a NP EN 206-1: 2007 emenda 1 de 2008.

A título de exemplo apresentam-se alguns ensaios de controlo e recepção de betão pronto em obra:

Betão Fresco

Amostragem de betão. (NP EN 12350-1);

Ensaio de abaixamento (NP EN 12350-2).

Betão Endurecido

Execução e cura dos provetes para ensaios de resistência mecânica. (NP EN 12390-2);

Ensaio de compressão de um provete. (NP EN 12390-3);

Ensaio de compressão de um provete. (LNEC E 226).

Na Figura 37, ilustra-se a realização de ensaios em betão fresco.



Figura 37: Realização de ensaios em betão fresco: Amostragem de betão; Ensaio de abaixamento; Execução de provetes para ensaios de resistência mecânica.

4.1.7. Misturas Betuminosas a Quente

Embora com menor expressão em termos de uso em obra, para a obtenção dum pavimento duradouro, as misturas betuminosas deveriam ter sido alvo de controlo de fabrico e aplicação.

O controlo de qualidade das misturas betuminosas de forma geral divide-se em duas fases, a fase de aplicação e a fase de controlo após aplicação.

A primeira fase do controlo de qualidade decorre, geralmente, antes e durante a aplicação dos pavimentos. Seguidamente apresentam-se alguns ensaios e procedimentos de controlo de qualidade a efectuar, durante esta fase:

- Verificação Organoléptica da mistura betuminosa (comparação com a aparência normal, verificando a granulometria, a uniformidade da mistura e a adequação do revestimento);
- Temperatura (verificar a conformidade do material com a especificação ou com outros requisitos);
- Granulometria e Percentagem de Ligante (Para assegurar a conformidade do material com a especificação);
- Ensaios de tipo Marshall (porosidade, carga de rotura, deformação);
- Grau de saturação de betume;
- Determinação da baridade real;
- Vazio na Mistura de Agregados.

Na figura 38, ilustra-se a moldagem de provetes, bem como o controlo de temperatura da mistura betuminosa.



Figura 38: Moldagem de provetes; Verificação de temperatura da mistura betuminosa.

A segunda fase do processo de controlo de qualidade, ou seja, fase de controlo após aplicação em obra, consiste na execução de carotes no pavimento construído, incluindo a análise das espessuras das camadas do pavimento e das respectivas características técnicas. Recorrendo à carotagem das camadas é possível obter, com alguma segurança, importantes indicadores de qualidade. Seguidamente sugerem-se alguns ensaios e procedimentos de controlo de qualidade que poderiam ter sido implementados em obra:

- Compactação relativa, referida à Baridade máxima teórica;
- Determinação da baridade de mistura betuminosa compactada;
- Percentagem de betume por incineração Mufla;
- Análise granulométrica da mistura.

Na figura 39, ilustra-se um exemplo de execução de carotes em pavimento rodoviário, bem como preparação de carotes para a realização de ensaios em laboratório.



Figura 39: Extracção de carote; preparação de carotes para a realização de ensaios.

Na realização dos ensaios acima descritos deverão ser usadas as normas e os procedimentos de controlo de qualidade indicados e adoptados pela EP-Estradas de Portugal.

4.1.8. Verificação da ovalização das condutas

Embora, não tenha sido referido, mas não menos importante, aquando do início dos trabalhos de abertura de vala, deveria ter-se realizado uma verificação da ovalização das condutas, aquando submetidas aos trabalhos de compactação.

Os trabalhos/ensaios referidos têm por objectivo garantir uma fundação regular e estável, assegurar condições de suporte adequadas para a compactação da primeira camada do corpo do aterro, e garantir a adequada ligação desta primeira camada ao terreno natural.

Embora a generalidade das escavações tenha ocorrido em terrenos terrosos, uma parte ocorrem rocha, esta última com recurso ao martelo pneumático. Todas as outras escavações foram efectuadas com recurso a meios mecânicos do tipo máquina de lâmina.

4.1.9. Controle da septicidade

Em colectores de escoamento com superfície livre, o oxigénio absorvido na interface ar-massa líquida (rearejamento) contribui, directa ou indirectamente, para a oxidação dos sulfuretos. Por esta razão, o problema da formação de sulfuretos em colectores gravíticos, em zonas de clima temperado, normalmente não é relevante, desde que sejam garantidas boas condições de arejamento e de escoamento das águas residuais.

Para minorar a formação de gás sulfídrico foram adoptadas a seguintes disposições:

- Escoamento de caudal para uma altura máxima correspondente a meia secção;
- Utilização da inclinação máxima disponível.

4.2. Zonas com nível freático

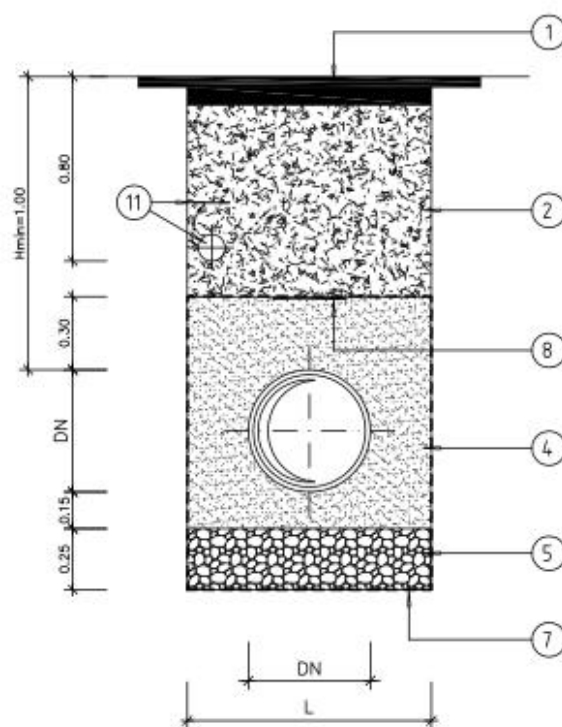


Figura 40: Projecto de vala para colocação de tubagem com nível freático.

Legenda:

- 1 – Terra vegetal ou tout-venant;
- 2 – Material da própria vala ou material de mancha de empréstimo isento de pedras ou torrões compactos, detritos orgânicos, terras vegetais, lodos ou turfas, em camadas mínimas de 0,20m
- 4 – Areia ou areão, compactada por processos manuais ou mecânicos;
- 5 – Material granular com granulometria compreendida entre 0,02m e 0,30m, compactado;
- 7 – Manta/tela de geotêxtil;
- 8 – Banda em pvc para sinalização da tubagem;
- 11 – Quando aplicável tubo de pvc DN90, para enfiamento para cabo de sinais.



Figura 41: Colocação de tubagem em zona com nível freático.

A manta geotêxtil deve ser colocada de forma a envolver o tubo e a areia. A brita deve ficar no fundo da vala, servindo de dreno.

Devido à percolação de água de um solo relativamente fino para um solo mais granular (areias e pedregulhos), existe a possibilidade do transporte das partículas finas para o solo granular, com crescente obstrução dos poros e consequente redução da drenagem. Tal condição ocorre, entre o material da base da vala de terra e o enrocamento executado no pé do talude de jusante. Há portanto, necessidade de evitar estes danos mediante a colocação de filtros de proteção entre o solo fino passível de erosão e o enrocamento de pé, os quais devem satisfazer duas condições básicas:

- Os vazios (poros) do material usado como filtro devem ser suficientemente pequenos para impedir o transporte das partículas do solo adjacente a ser protegido;
- Os vazios (poros) do material usado como filtro devem ser suficientemente grandes para garantir uma elevada permeabilidade e evitar o desenvolvimento de altas pressões hidrostáticas.

A manta geotêxtil a colocar carece de várias características, nomeadamente, não ser tecida, fabricada por agulhagem de fibras contínuas de polipropileno (formando uma tela homogénea), imputrescível, resistente aos meios ácidos e alcalinos.

5. Segurança

5.1. Enquadramento

A segurança e saúde no trabalho é um tema presente em qualquer tipo de obra. Os incidentes e acidentes trazem custos muito elevados, quer para o trabalhador, quer para as empresas. A execução de um Plano de Segurança e Saúde (PSS) e de Planos Específicos de Segurança (PES) procuram ir de encontro às necessidades de cada empreitada. A sua implementação em obra tem um papel importante em vários campos:

- Redução dos riscos profissionais e a minimização dos incidentes e acidentes em que estejam envolvidas pessoas, equipamentos e instalações;
- Melhoria geral das condições de trabalho e dos métodos de construção utilizados, tendo sempre como primeiro objectivo, a Segurança e Saúde dos trabalhadores e depois, a segurança dos bens e equipamentos presentes na obra;
- Sensibilização de todos os trabalhadores em obra, que lhes permita identificar todas as situações de risco, assim como agir em conformidade quando confrontadas com estas;
- Aumento da produtividade em virtude da melhoria das condições de segurança e saúde na obra.

Neste tipo de obras, os acidentes mais comuns ocorrem nos trabalhos na sequência de abertura de valas. O principal risco é o do soterramento, devido ao colapso ou queda de solo. As principais causas são:

- Falta de formação e informação aos trabalhadores sobre os riscos associados;
- Taludes verticais;
- Ausência de entivações;
- Excesso de cargas nas imediações dos taludes;
- Alteração climática;
- Trabalho desorganizado e necessidade de cumprimento de planeamento.

No entanto, existem mais perigos. Nos períodos de maior concentração de trabalhos o risco de ocorrência de acidentes de trabalho ou doenças profissionais é mais elevado. O Plano de Trabalhos foi preparado de forma a que não sejam realizados simultaneamente trabalhos que se considerem incompatíveis ou que a sua execução em paralelo seja geradora de riscos acrescidos aos que estão associados à sua execução em separado identificaram-se desde já como maiores condicionalismos existentes no local e no meio envolvente que, directa ou indirectamente, podem prejudicar ou condicionar os trabalhos, os seguintes:

- Interligações com infra-estruturas existentes;
- Proximidade de habitações e maior movimentação de pessoas estranhas à obra;
- Tráfego automóvel.

Sempre que algum material entrou em obra, foi necessário verificar se todos eles continham as fichas técnicas e fichas de segurança e verificar a existência de rótulos. Caso não existam, devem ser solicitados aos respectivos fabricantes ou fornecedores.

Essa identificação deve ser mantida em bom estado de conservação, para que seja facilmente identificável.



Corrosivo



Inflamável



Explosivo



Substância comburente



Nocivo ou irritante



Tóxico

5.2. Sinalização temporária

Sempre que a duração ou o impacto das intervenções o justifiquem (como, por exemplo, nos desvios/condicionamentos provisórios de trânsito) foi elaborado um Plano de Sinalização Temporária na Via Pública específico para o caso, definindo a sinalização necessária para garantir a segurança de trabalhos a realizar na zona.

Estes planos de sinalização temporária na via pública foram sujeitos a aprovação prévia da Fiscalização e do Dono de Obra, com uma antecedência suficiente que permita a sua implementação.

Os Planos de Sinalização Temporária na Via Pública devem ser elaborados tendo em conta as condicionantes do local e o previsto na legislação e regulamentos aplicáveis, nomeadamente:

- Decreto Regulamentar nº22-A/98, de 1 de Outubro, alterado pelo Decreto Regulamentar nº41/2002, de 20 de Agosto e pelo Decreto Regulamentar nº13/2003 de 26 de Junho.

- Manual de Sinalização Temporária da ex-JAE.

A Entidade Executante tem de garantir que no âmbito dos desvios provisórios de trânsito, os equipamentos de segurança utilizados estão de acordo com o projecto.



Figura 44: Sinalização presente na zona do corte de estrada.



Figura 45: Foto ilustrativa do plano de sinalização aplicado em obra.

5.3. Avaliação de riscos

Lista não exaustiva de trabalhos com riscos especiais			Risco		
N.º	Trabalhos	Riscos potenciais	Baixo	Médio	Alto
1	Movimentação de terras e entivações	<ul style="list-style-type: none"> • Queda de equipamento • Perfuração/corte • Soterramento • Quedas ao mesmo nível • Atropelamento / esmagamento • Queda em altura • Afogamento 	X	X	X
2	Assentamento de condutas	<ul style="list-style-type: none"> • Queda de objectos • Queda em altura • Esmagamento 			X
3	Aterros	<ul style="list-style-type: none"> • Queda em altura • Atropelamento / esmagamento • Colisão de veículos • Queda de equipamento 		X	X
4	Execução de estruturas em betão armado	<ul style="list-style-type: none"> • Queda em altura • Queda de objectos e materiais • Queda ao mesmo nível • Corte, perfuração • Esmagamento • Instabilidade da cofragem e plataformas de trabalho • Perfuração e Corte 		X	X
5	Descofragem	<ul style="list-style-type: none"> • Queda em altura • Quedas ao mesmo nível 		X	X

Lista não exaustiva de trabalhos com riscos especiais			Risco		
N.º	Trabalhos	Riscos potenciais	Baixo	Médio	Alto
		<ul style="list-style-type: none"> • Esmagamento • Perfuração • Queda de materiais 			X X X
6	Alvenaria	<ul style="list-style-type: none"> • Queda em altura • Queda ao mesmo nível • Queda de objectos • Corte • Esmagamento • Dermatoses • Electrocussão 		X X X X	X X X
7	Montagem de condutas	<ul style="list-style-type: none"> • Esmagamento • Queda de elementos • Quedas em altura • Soterramento 		X X X	X X X
8	Montagem de equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Esmagamento/ Entalamento • Perfuração / Corte • Produtos químico tóxicos • Queda de equipamentos 		X X X	X
9	Operações de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> • Queimaduras • Electrocussão • Radiações • Intoxicação • Explosão 			X X X X X
				Risco	

N.º	Trabalhos	Riscos potenciais	Baixo	Médio	Alto
10	Execução e pavimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Atropelamento • Colisão de viaturas • Queimaduras • Inalação de poeiras • Inalação de gases perigosos 		 X X X	 X X

Quadro 11: Matriz de riscos

6. Acompanhamento ambiental

A avaliação das condições ambientais na envolvente incluiu a monitorização regular da produção de resíduos, da qualidade da água do ar e dos solos e dos níveis de ruído.

- Realização de um levantamento da situação ambiental;
- Análise das condicionantes existentes;
- Elaboração dos documentos de gestão ambiental (planos de resíduos e fluentes);
- Selecção da localização do estaleiro e de deposição de terras sobrantes ou empréstimo de terras.

6.1. Qualidade dos solos

A nível de solos os maiores impactes estão relacionados com os derrames de substâncias (óleos, combustíveis, lubrificantes), destruição da cobertura vegetal e retirada de árvores, que por sua vez vão provocar, entre outras causas, a contaminação/afecção dos solos e maior erosão do terreno.

Foram implementadas medidas para contrariar este impacte solo o solo, nomeadamente:

- Colocação de contentores R.S.U. e contentores para reciclagem;
- Minimização do arranque das comunidades vegetais existentes na área afectada à obra de acordo com o especificado no projecto;
- Protecção das espécies arbóreas, promovendo à sua replantação sempre que possível;
- Correcto armazenamento dos combustíveis em obra, através da construção de uma bacia de retenção;
- Transporte dos resíduos de desmatção a vazadouro licenciado;
- Execução dos trabalhos que envolvam escavações a céu aberto e movimentação de terras de forma a minimizar a exposição dos solos nos períodos de maior pluviosidade, de modo a diminuir a erosão hídrica e o transporte sólido;

- A execução de escavações e aterros deve ser interrompida em períodos de elevada pluviosidade e devem ser tomadas as devidas precauções para assegurar a estabilidade dos taludes e evitar o respectivo deslizamento;
- Sempre que possível, utilizar os materiais provenientes das escavações como material de aterro, de modo a minimizar o volume de terras sobrantes (a transportar para fora da área de intervenção);
- Os produtos de escavação que não possam ser aproveitados, ou que se encontrem em excesso, devem ser armazenados em locais com características adequadas para o seu depósito;
- Caso se verifique a existência de materiais de escavação com vestígios de contaminação, estes devem ser armazenados em locais que evitem a contaminação dos solos e das águas subterrâneas, por infiltração ou escoamento das águas pluviais, até esses materiais serem encaminhados para destino final adequado;
- Caso haja necessidade de levar a depósito terras sobrantes, a selecção dessas zonas de depósito deve excluir as seguintes áreas:
 - Áreas do domínio hídrico;
 - Áreas inundáveis;
 - Zonas de protecção de águas subterrâneas (áreas de elevada infiltração);
 - Perímetros de protecção de captações;

6.2. Qualidade do ar

A qualidade do ar pode ser posta em causa devido à excessiva emissão de poeiras e emissões gasosas devido a pintura, corte e soldadura. A primeira mais associada a incómodo por parte dos residentes mais próximos, sendo que a segunda afecta directamente os trabalhadores podendo provocar doenças profissionais.

As medidas tomadas, no sentido da mitigação destes efeitos, foram:

- Executar pavimentos adequados para a circulação nas zonas afectas à obra;
- Garantir limpeza regular dos caminhos de circulação e zonas afectas à obra e quando possível garantir a limpeza dos rodados à saída das frentes de obra;

- Rega dos caminhos de circulação das zonas afectas à obra, nos dias quentes e secos;
- Especiais cuidados no manuseamento de materiais pulverulentos ou particulados, cobrindo-os ou humedecendo-os quando em depósito a granel;
- Respeitar a legislação aplicável às condições de transporte deste tipo de materiais;
- Garantir a manutenção periódica dos equipamentos, de acordo com as prescrições dos fabricantes;
- Racionalizar a circulação de veículos e de maquinaria na obra;
- Seleccionar, sempre que possível, técnicas construtivas que gerem menor emissão e dispersão de poluentes atmosféricos;
- Garantir limpeza dos rodados dos camiões à saída do estaleiro.

Legislação associada

- Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho: Define as linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar.
- Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril: Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objectivos e instrumentos apropriados à garantia de protecção do recurso natural ar.

6.3. Qualidade da água

No sentido de manter a qualidade da água dos rios e mar, foram tidos vários cuidados, que se destacam:

- Inventariar o sistema de drenagem existente nas imediações da obra, a partir de elementos cadastrais;
- Prever-se uma rede de saneamento provisória das instalações e área de estaleiro;
- Prever ligação à rede pública;
- Licenciamento da ligação à rede pública;
- Prevenir a potencial contaminação do meio hídrico, não se permitindo a descarga de poluentes (betumes, óleos, lubrificantes, combustíveis, produtos químicos e outros

materiais residuais da obra) e evitando o seu derrame accidental, colocando-os em contentores específicos, posteriormente encaminhados para os destinos finais adequados;

- Evitar ou minimizar alterações na dinâmica do meio hídrico que atravesse ou se situe junto à zona de intervenção;
- Vedar e proteger o meio hídrico, de modo a evitar o arraste ou a deposição inadequada de todo o tipo de materiais residuais produzidos na área afectada à obra;
- No final dos trabalhos, limpeza dos elementos de drenagem adjacentes à obra, que tenham sido afectados pelos trabalhos.

Legislação associada

- Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro: Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas.
- DL 226-A/2007, de 31 de Maio: Estabelece o regime de utilização dos recursos hídricos.
- Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto: Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.
- Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro: Aprova normas relativas à qualidade da água destinada ao consumo humano transpondo para o direito interno a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.
- Decreto-Lei n.º 56/99, de 26 de Fevereiro: Relativa aos valores limite e aos objectivos de qualidade para a descarga de certas substâncias perigosas.

6.4. Ruído

- Divulgação aos moradores susceptíveis de serem incomodados pela produção de ruído, explicando a necessidade de produção do mesmo
- Possuir a certificação da classe de nível de potência sonora para os equipamentos sujeitos a este normativo.

- Garantir a manutenção periódica dos equipamentos, de acordo com as prescrições dos fabricantes.
- Dar preferência a equipamentos com menor emissão de ruído.
- Racionalizar a circulação de veículos e de maquinaria na obra
- Seleccionar, sempre que possível, técnicas e processos construtivos que gerem menos ruído.
- Solicitar à câmara licenças de ruído
- Definir horário de trabalho adequado tendo em conta os residentes potencialmente sujeitos a incómodo, nos períodos de descanso.
- Outras áreas onde possam ser afectadas espécies de flora e de fauna protegidas por lei, nomeadamente sobreiros e/ou azinheiras;
- Locais sensíveis do ponto de vista geotécnico;
- Locais sensíveis do ponto de vista paisagístico;
- Áreas de ocupação agrícola;
- Proximidade de áreas urbanas e/ou turísticas;
- Zonas de protecção do património.

Legislação associada

- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (Revoga o DL 292/2000): Aprova o Regulamento Geral do Ruído, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações. Aplica-se às actividades ruidosas permanentes e temporárias e a outras fontes de ruído susceptíveis de causar incomodidade.
- Decreto-Lei n.º 221/2006, de 8 de Novembro (Revoga o DL 76/2002): Estabelece as regras em matéria de emissões sonoras de equipamento para utilização no exterior.
- Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro - Estabelece as normas mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído.

6.5. Gestão de Produtos, Efluentes e Resíduos

- Foi implementado um Plano de Gestão de Resíduos, considerando todos os resíduos susceptíveis de serem produzidos na obra, com identificação e classificação, em conformidade com a Lista Europeia de Resíduos (LER);

- Foi assegurado o correcto armazenamento temporário dos resíduos produzidos, de acordo com a sua tipologia e classificação. Foi prevista a contenção/retenção de derrames;

- Foram produzidos resíduos nas áreas sociais e equiparáveis a RSU que foram depositados em contentores especificamente destinados para o efeito;

- Sempre que ocorreu um derrame de produtos químicos no solo, procedeu-se à recolha do solo contaminado, com um absorvente adequado e enviado para recolha por operador licenciado.

Legislação associada

- Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro: Estabelece o Regime Geral da Gestão de Resíduos.
- Portaria nº 1 408/2006, de 18 de Dezembro: Aprova o regulamento de funcionamento do Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos (SIRER).
- Portaria nº 335/97, de 16 de Maio: Fixa as regras a que fica sujeito o transporte de resíduos dentro do território nacional (Guias de Acompanhamento de Resíduos).
- Portaria nº 209/2004, de 3 de Março: Aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER)
- Decisão 2003/33/CE, do Conselho, de 19 de Dezembro de 2002: Estabelece os critérios e processos de admissão de resíduos em aterros nos termos do artigo 16º e do anexo II da Directiva 1999/31/CE
- Despacho nº 25 297/2002, de 27 de Novembro (2ª Série): Proíbe a deposição e descarga de resíduos de toda a espécie em terrenos agrícolas, florestais e cursos de água ou noutros locais não submetidos a uma actividade agrícola, mas que são parte integrante da nossa paisagem rural e do nosso património natural.
- Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril: Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões poluentes para a atmosfera, incluindo a proibição de queima de resíduos a céu aberto.

- Decreto-Lei nº153/2003, de 11 de Julho: Estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de óleos novos e usados.
- Despacho nº 9627/2004 (2ª Série), de 15 de Maio: O Instituto dos Resíduos aprova o modelo do registo trimestral para produtores de óleos usados, de acordo com o estipulado no nº 4 do artigo 22º do Decreto-Lei nº 153/2003, de 11 de Julho.
- Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro: Estabelece os princípios de normas aplicáveis ao sistema de gestão de embalagens e resíduos de embalagens.
- Decreto-Lei n.º 62/2001, de 19 de Fevereiro: Estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de pilhas e acumuladores e a gestão de pilhas e acumuladores usados, assumindo como primeira prioridade a prevenção da produção desses resíduos, seguida de reciclagem ou outras formas de valorização, por forma a reduzir a quantidade de resíduos a eliminar.
- Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de Março: Estabelece o regime das operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas (RDC), compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação.

6.6. Fase final da execução da obra

- Proceder à limpeza destes locais, no mínimo com a reposição das condições existentes antes do início dos trabalhos.
- Proceder à recuperação de caminhos e vias utilizados como acesso aos locais em obra, assim como os pavimentos e passeios públicos que tenham eventualmente sido afectados ou destruídos.
- Assegurar a reposição e/ou substituição de eventuais infra-estruturas, equipamentos e/ou serviços existentes nas zonas em obra e áreas adjacentes, que sejam afectadas no decurso da obra.
- Assegurar a desobstrução e limpeza de todos os elementos hidráulicos de drenagem que possam ter sido afectados pelas obras de construção.

- Proceder ao restabelecimento e recuperação paisagística da área envolvente degradada – através da reflorestação com espécies autóctones e do restabelecimento das condições naturais de infiltração, com a descompactação e arejamento dos solos.
- Proceder à recuperação paisagística dos locais de empréstimo de terras, caso se constate a necessidade de recurso a materiais provenientes do exterior da área de intervenção.



Figura 46: Bacia de retenção para armazenamento de resíduos.

7. Acompanhamento Arqueológico

Sempre que a área a afectar potencialmente apresente património arqueológico deve-se efectuar o acompanhamento arqueológico de todas as acções que impliquem a movimentação dos solos, nomeadamente escavações e aterros, que possam afectar o património arqueológico.

Tendo em conta que o concelho de Mafra possui bastantes elementos patrimoniais arqueológicos, etnográficos e religiosos, foi importante efectuar o acompanhamento arqueológico de forma sistemática, de modo a evitar a destruição de algum vestígio arqueológico no decorrer dos trabalhos de desmatação, decapagem, escavação e remoção de terras.

Em termos geológicos, o concelho de Mafra localiza-se na Orla Mesozóica da Estremadura (Centro Litoral), entre a Lezíria do Tejo e a costa atlântica. O concelho divide-se entre o maciço subvulcânico de Sintra a norte, o complexo basáltico de Lisboa, a sudoeste, e o maciço jurássico a norte e este.

Sempre que sejam detectados elementos, materiais arqueológicos, enterramentos ou estruturas proceder-se-á a escavação arqueológica.

No caso de aparecer qualquer material arqueológico relevante, estrutura, enterramento ou outro, o dono de obra e o IGESPAR e/ou DRCC deverão ser de imediato avisados. A recolha de materiais arqueológicos em depósito secundário poderá ser selectiva, devendo no entanto ser suficiente para a caracterização cultural dos respectivos depósitos.

Durante o acompanhamento dos trabalhos iniciais de desmatação detectou-se uma estrutura arqueológica, nomeadamente um muro de divisão de propriedade (junto à caixa E31) e foram, também, encontrados alguns materiais arqueológicos, nomeadamente cerâmica comum (vidrados de chumbo e faiança) (junto à caixa E29).

Os achados arqueológicos, acima referidos, foram classificados como sendo de época Contemporânea.



Figura 47: Muro antigo sem relevância arqueológica.



Figura 48: Restos de pratos cerâmicos sem relevância arqueológica.

8. Conclusão

Os objectivos propostos inicialmente no estágio foram cumpridos. Foi possível conhecer e acompanhar activamente a evolução da obra, lidando com os problemas que aparecem neste tipo de actividade.

Foi acompanhado todo o trabalho desenvolvido por parte da fiscalização e por parte do empreiteiro, ganhando assim um maior *know-how* em ambas as áreas. Foi constatado que nem sempre é possível a consonância entre a fiscalização/dono de obra e o empreiteiro. A parte económica dita, na maior parte dos casos, estas divergências. Tal como referido no capítulo 4, poderiam ter sido realizados ensaios de controlo de qualidade que, a médio/longo prazo, trariam menores custos associados a possíveis reparações no final da empreitada.

Inerente aos conhecimentos de base foi necessário desenvolver um espírito crítico de supervisão e análise do projecto/execução em obra de forma a permitir a tomada de decisões na hora e de forma coerente.

Nesta obra foi igualmente enriquecedor a troca de conhecimentos, a organização, a interação pessoal, em suma, o trabalho em equipa, que proporcionou um desenvolvimento a nível pessoal e profissional.

Em resumo, este estágio foi uma mais-valia não só a nível profissional como pessoal, permitindo alargar horizontes e desenvolver capacidades de trabalho.

9. Bibliografia

- Carta Geológica da área metropolitana de Lisboa, Folha 388 - Mafra (1:25000). Serviços geológicos de Portugal com novos levantamentos (IGM/INETI), Janeiro 2005;
- Carta Militar de Portugal. Escala 1:25 000. Folha 388 (Ericeira). Serviços Cartográficos de Portugal. S.C.P. (1984);
- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais;
- Decreto Regulamentar nº22-A/98, de 1 de Outubro, alterado pelo Decreto Regulamentar nº41/2002, de 20 de Agosto;
- Decreto Regulamentar nº13/2003 de 26 de Junho;
- Projecto de Saneamento do Sub-Sistema da Ericeira – Interceptor, Emissários e Sistemas Elevatórios - Fase III – Emissário de Quinta das Pedras, Fonte Boa dos Nabos, Interceptor de Outeirinho e Desactivação da Estação Elevatória da EE10;
- Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (R.S.A.E.E.P.). S.G.P. (1985);
- Teixeira, C. e Gonçalves, F. (1980). Introdução à Geologia de Portugal. Instituto Nacional de Investigação Científica;
- www.google.pt/earth;
- www.simtejo.pt;
- www.troxlerlabs.com.