

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2011/2012



TII

**EFICIÊNCIA DAS REDES PÚBLICAS
DE DRENAGEM DAS UNIDADES DA
FORÇA AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA
FORÇA AÉREA PORTUGUESA.**

MÁRIO JOÃO MARQUES
CAP/TMI



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**EFICIÊNCIA DAS REDES PÚBLICAS DE DRENAGEM DAS
UNIDADES DA FORÇA AÉREA**

CAP TMI Mário João Marques

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 11/12

Lisboa 2012



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**EFICIÊNCIA DAS REDES PÚBLICAS DE DRENAGEM DAS
UNIDADES DA FORÇA AÉREA**

CAP TMI Mário João Marques

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 11/12

Orientador:
MAJ/TOCART – Renato Pinheiro

Lisboa 2012



Agradecimentos

Não obstante o presente trabalho de investigação ser, por definição, um trabalho individual, tive, ao longo do mesmo, o apoio de várias pessoas sem o qual este trabalho não teria sido possível e quem passo, de seguida, a agradecer:

Aos meus orientadores TCOR Fernando Leitão e MAJ Renato Pinheiro, pelo acompanhamento prestado ao longo do trabalho, bem como pelas correcções e críticas sugeridas.

Ao COR Tiago Marques, da Direção de Infraestruturas, pelo incansável apoio e permanente disponibilidade, que me permitiram encontrar as informações necessárias e o rumo adequado para a elaboração do estudo.

Ao MAJ Carlos Afonso, por todo o seu apoio na realização deste trabalho

Aos meus camaradas MAJ Emídio Mendes, CAP José Silva, 1SAR Carla Charana, 1SAR Carla Veloso e 2SAR Sandra Melo, da Direção de Infraestruturas, pelo apoio na recolha de elementos que me permitiram reunir a informação necessária para a execução do estudo.

Ao Professor Augusto Henriques pelo inestimável apoio na correcção do abstract, pela disponibilidade manifestada e pela amizade.

À Eng.^a Maria Clotilde pela ajuda prestada na recolha de informações sobre as redes de drenagem das unidades da FAP, informações que contribuíram para a tomada de conhecimento dos problemas existentes e o rumo a tomar na elaboração do trabalho.

Ao Sr. José Ribeiro, técnico da firma Passavante Portuguesa, pelo valioso contributo na recolha de informação, explicação do sistema e informações de cariz geral que permitiram o desenvolvimento do trabalho de investigação.

Aos entrevistados que, apesar das suas ocupações, permitiram a recolha dos depoimentos necessários à validação das informações recolhidas através dos elementos documentais.

Aos meus camaradas, companheiros de curso, pela troca de informações, convívio e apoio permanente durante o CPOS 2011/12.



À minha esposa Ana Maria, pela compreensão e pelo apoio prestado nos momentos difíceis ajudando-me a encontrar o rumo certo e fazendo-me sentir que sempre que fosse necessário, nela poderia encontrar um abrigo seguro.

À minha filha Patrícia Marques, a quem, por força das circunstâncias, não prestei o adequado acompanhamento familiar, mas que, mesmo assim, soube apoiar-me e dizer-me as palavras certas para eu continuar e atingir o objectivo.

Mais uma vez, OBRIGADO a todos.



Índice

	Página
Introdução.....	1
a. Âmbito.....	1
b. Metodologia.....	2
1. Caracterização das redes de drenagem de várias Unidades da Força Aérea.....	5
a. Descrição genérica.....	5
b. Descrição das redes de drenagem de algumas Unidades da FAP.....	6
1) DGMFA-ALVERCA.....	6
2) BA1/AFA – SINTRA.....	6
3) BA5 – MONTE REAL.....	7
4) AM1– OVAR.....	7
c. Situação geográfica das Unidades em estudo e características dos solos.....	8
d. Custos de construção e manutenção de redes de drenagem de águas residuais domésticas de unidades da FAP.....	9
2. Novas soluções tecnológicas.....	11
a. Sistema de esgotos por vácuo.....	11
1) – Descrição geral.....	11
2) – Custos de construção e manutenção da rede de drenagem de águas residuais domésticas por vácuo existente na BA6, Montijo.....	14
3) – Custo estimado para construção e manutenção de rede de drenagem de águas residuais domésticas por vácuo no DGMFA, em Alverca.....	15
3. Estudo comparativo entre o sistema de drenagens de esgotos misto (gravítico/pressão) e o sistema de esgotos por vácuo.....	17
a. – Principais diferenças entre o sistema tradicional separativo e o sistema de esgotos por vácuo.....	17
b. A experiência da FAP – BA6, Montijo.....	20
Conclusões.....	23
Bibliografia.....	28

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Sistema de esgotos por vácuo.....	11
Figura 2: Estação de vácuo – BA6, Montijo.....	13
Figura 3: Câmara de recolha – BA6, Montijo.....	13

Índice de tabelas

	Página
Tabela 1: – Corpo de conceitos.....	3
Tabela 2: – Custos estimados para a construção de uma nova rede de drenagem no DGMFA, Alverca.....	10



Tabela 3: – Custos estimados para a construção de um sistema de esgotos por vácuo no DGMFA, Alverca	15
Tabela 4: – Comparação dos sistema de esgotos por vácuo e sistema de esgotos tradicional	17
Tabela 5: – Vantagens e desvantagens entre os dois sistemas em estudo	19

Índice de anexos

	Página
Anexo A - Definições	A-1
Anexo B – Estudo geotécnico dos solos a norte do DGMFA, em Alverca.....	B-1
Anexo C – Estudo da nova rede de drenagem de esgotos residuais domésticos para o DGMFA, em Alverca	C-1
Anexo D – Estimativa de custos de manutenção e exploração de sistema de esgotos por vácuo para o DGMFA, em Alverca.....	D-1



Resumo

A idade avançada de algumas das redes públicas de drenagem de esgotos residuais domésticos aliada às anomalias decorrentes das limitações dos locais onde estas redes estão implantadas, levou-nos a questionar sobre as origens dessas anomalias, a eficiência das redes de esgotos existentes e a procura de novas soluções para os problemas existentes.

No atual contexto é cada vez mais importante o estudo de novas soluções tecnológicas que permitam um aumento da eficiência, a fiabilidade dos sistemas e uma redução nos custos de construção e manutenção das instalações. Para além do referido, existe ainda a preocupação da preservação ambiental, principalmente quando as redes de drenagem de esgotos deixam de ser estanques e os efluentes se escoam para os terrenos onde estão implantados. Importa cada vez mais proteger o meio ambiente optando-se por soluções condicentes com esta necessidade. É pois pertinente o tema proposta para o presente trabalho de investigação “Eficiência das Redes Públicas de Drenagem das Unidades da Força Aérea”.

Neste âmbito, procurou-se encontrar uma relação direta entre as anomalias verificadas nas redes de drenagem de esgotos domésticos de algumas Unidades da FAP com a topografia e as características dos solos onde estas redes estão implantadas. O objetivo é analisar soluções que permitam dar resposta ao acima já referido, aumento de eficiência, fiabilidade e redução de custos de investimento e de exploração.

Com este fim foi efetuado o levantamento das redes de algumas unidades da FAP, suas anomalias e algumas possíveis soluções para a resolução desses problemas.

O presente estudo permitiu-nos perceber que alguns dos problemas existentes nas redes advêm em grande parte das características dos solos e que, para a sua resolução, se terão de adotar soluções mais onerosas no investimento inicial, condicente com a maior complexidade técnica mas que garante uma maior fiabilidade no seu funcionamento e baixo custo de identificação de roturas e de reparação.

As conclusões do trabalho permitiram identificar algumas recomendações, evidenciando-se a necessidade de adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de esgotos domésticos em determinadas situações e para certas Unidades da FAP.



Abstract

The advanced age of some of the public drainage networks of household sewage wastes, related to the dysfunctions which are the direct consequence of limitations from the places where these sewerage are implanted, led us to question about the origins of these dysfunctions, the efficiency of the existing sewerage and to pursuit for new solutions to the remaining problems.

In the actual context, it is of greatest importance the study of new technologies which may provide an increase of efficiency and reliability of the systems themselves, the reduction of the building costs and the maintenance of the facilities.

Bearing in mind what has just been written previously, we still have to consider the issue(s) of the environmental concerns, especially when the sewerage are no longer watertight and the effluent drain into the land where these sewerage are implanted.

Most important of all, even as a daily responsibility, the purpose is to significantly develop and achieve a real conscience towards the protection of the environment by choosing and addressing the adequate conditions regarding this necessity.

Thus, the proposed subject is considered relevant for the present research work “Efficiency of the Public Drainage Networks of Air Force Units”.

In this scope or extent, it has been the greatest aim to establish a straight relation between the dysfunctions that were found in the drainage networks of household sewages of some Air Force Units and the topography, as well as the characteristics, of soils where these networks have been implanted.

The purpose is to examine the solutions, which may lead to an answer to what has just been referred before, the increase of efficiency/ reliability and the reduction of investment and operating costs.

According to this, a survey of sewerage from some Air Force Units has been accomplished, with its dysfunctions and some possible solutions, focussed on working out these problems.

The present study, allowed us to understand that some of the existing and prevailing problems with those sewerage, take place mainly as a consequence of the characteristics of soils and, in order to struggle for their resolution, not only expensive solutions will have to be determined, as well as those of higher technical complexity but which ensures greater reliability in operation and reduced cost to identify and repair breakages.

The conclusions of the present work turned out to be of significant insight to identify some recommendations, pointing out the necessity to adopt the use of new technologies of drainage of household sewages in specific situations and also for some Units of the Portuguese Air Force



Palavras-chave

Construção

Remodelação

Misto (gravítico/pressão)

Vácuo;



Lista de abreviaturas

FAP	Força Aérea Portuguesa
DI	Direção de Infraestruturas
REA	Repartição de Engenharia e Aeródromos
BA6	Base Aérea N.º 6, no Montijo
BA1	Base Aérea N.º 1, em Sintra
BA5	Base Aérea N.º 5, em Monte Real
DGMFA	Depósito Geral de Material da Força Aérea, em Alverca
AM1	Aérodromo de Manobra N.º 1, em Ovar
RGSPDADAR	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
EE	Estação Elevatória
NP EN	Norma Portuguesa
BAR	Unidade de pressão (1 BAR equiv. 100kPa)
kPa	Unidade de pressão
m/s	metros por segundo
mm	milímetros
h	altura
PVC	Policloreto de vinil
PEAD	Polietileno de alta densidade



Introdução

As redes de drenagem pública de esgotos residuais domésticos das Unidades da Força Aérea datam, na sua maioria, dos meados do século passado. Foram projetadas e construídas tendo por base a regulamentação e tecnologia disponível à data.

Estas redes, face à idade e ao aumento do património imobiliário da Força Aérea, foram sujeitas a várias operações de manutenção, alterações e ampliações, que se verificaram ser bastante dispendiosas e que, atualmente, não estão conformes com os padrões de materiais, e condições de escoamento exigíveis pela legislação.

As redes de drenagem podem dividir-se em dois grandes grupos, as redes de drenagem convencionais gravíticas, que funcionam sem o auxílio de estações de bombagem e as redes mistas (gravíticas/pressão) que, além de troços gravíticos possuem troços em pressão com origem em estações de bombagem.

Este estudo incidiu sobre as redes de drenagem mistas (gravíticas/pressão) construídas em Unidades da FAP que, pela sua topografia, apresentem maiores condicionantes à execução e exploração destes sistemas.

Como já foi referido a idade das redes de drenagem de esgotos domésticos existentes na Força Aérea é um facto incontornável. A alternativa às frequentes reparações de que estas redes são alvo, será a construção de novas redes num futuro não muito longínquo, pelo que se considera útil avaliar em que medida a utilização de novas tecnologias poderá ser uma solução e qual a sua viabilidade.

a. Âmbito

Existem na Força Aérea algumas Unidades cujas redes de drenagem de esgotos domésticos apresentam uma idade avançada e estão situadas em zonas cujos solos possuem elevados níveis freáticos e com limitações ao nível das pendentes de escoamento, nomeadamente o DGMFA em Alverca, a BA1 em Sintra, a BA5 em Monte Real e o AM1 em Ovar. O presente estudo incide sobre a viabilidade de implementação de novas tecnologias em locais problemáticos. Embora tenham sido, no decorrer do estudo, levantadas as redes de drenagem de várias Unidades da Força Aérea bem como das características dos seus solos, a limitação do estudo e o posterior conhecimento das situações levantadas, levou-nos a escolher, para um estudo mais aprofundado, o DGMFA em Alverca. Esta escolha deve-se, não só às características dos solos e topografia da



Unidade, mas também e principalmente, aos problemas graves de conceção e de construção que esta rede apresenta. Assim e com base nos problemas abaixo reportados (descrição das redes), considera-se pertinente o estudo de um sistema alternativo que, no caso de remodelação desta rede, nos permita saber se e em que medida melhora ou não a eficiência, fiabilidade e comportamento do sistema. Aliado a esta questão é pertinente averiguar as implicações da adoção de novas tecnologias nos custos de construção, exploração e manutenção durante os anos de horizonte de projeto.

b. Metodologia

O presente trabalho teve como objectivos específicos:

- Estudar o tipo de solos e limitações à implantação das redes de drenagem existentes nos locais em foco;
- Analisar os custos associados à construção e manutenção de redes idênticas às existentes nesses locais;
- Estudar e apresentar custos de implementação e manutenção com a adoção de novas tecnologias de drenagem das redes públicas domésticas;

O desenvolvimento deste estudo foi baseado no método de Investigação em Ciências Sociais (Raymond Quivy e LucVan Campenhoudt, 1995), tendo sido formulada a seguinte pergunta de partida:

Qual a contribuição com a aplicação de novas soluções tecnológicas para o aumento da eficiência e fiabilidade das redes de drenagem pública de águas residuais domésticas na Força Aérea?

Associadas a esta pergunta de partida temos as seguintes perguntas derivadas:

- Como se caracterizam as redes de drenagem pública de águas residuais domésticas das Unidades da Força Aérea objeto do presente estudo?
- Qual a contribuição, com a aplicação de novas soluções tecnológicas, para a redução de custos de construção, exploração e manutenção das redes de drenagem pública de águas residuais domésticas na Força Aérea?

Tendo em consideração o acima questionado e com o fim de se responder à pergunta de partida, foram levantadas as seguintes hipóteses:



- a) – A topografia e as características dos solos são fatores limitativos para a implantação e exploração das redes de drenagem de águas residuais domésticas em algumas Unidades da Força Aérea.
- b) – A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas reduz os custos de construção, exploração e manutenção dessas infra-estruturas.
- c) – A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas melhora o desempenho dessas infra-estruturas bem como a preservação ambiental dos locais onde estejam implantadas.

No presente estudo foram definidos os conceitos relacionados com a matéria em estudo, suas dimensões e os respectivos indicadores observáveis ou mensuráveis, conforme tabela abaixo:

Tabela 1: – Corpo de conceitos

CONCEITOS	DIMENSÕES	INDICADORES
Construção	Sistema de drenagem misto (gravítico/pressão)	Custo inicial
		Custo de exploração
	Sistema de drenagem por vácuo	Custo inicial
		Custo de exploração
Manutenção	Sistema de drenagem misto (gravítico/pressão)	Custo
	Sistema de drenagem por vácuo	Custo
Eficiência	Tipo de sistema	Sistema de drenagem misto (gravítico/pressão)
		Sistema de drenagem por vácuo
	Custos	Custo inicial
		Custos de exploração

Para a elaboração e desenvolvimento do presente estudo procedeu-se à recolha de elementos através de:



- **Análise documental** – Textos e publicações técnicas relativas ao assunto em estudo.
- **Elaboração de entrevistas** – Entrevistas a técnicos com experiência no desenvolvimento de redes de drenagem e a utilizadores das novas tecnologias, tanto no meio civil como na Força Aérea.
- **Recolha de elementos no terreno** – Visita a redes de drenagem públicas de águas residuais domésticas de organismos públicos.

No primeiro capítulo será efectuada a caracterização das redes de drenagem de águas residuais domésticas de algumas Unidades da Força Aérea bem como a situação geográfica e características dos solos dessas Unidades, tentando-se relacionar as anomalias existentes nessas infra estruturas com as limitações que advêm desses fatores. Serão ainda estimados os custos com a construção destas redes e com a sua manutenção e exploração.

No segundo capítulo será estudada a adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem para implementar nas Unidades da Força Aérea, que apresentem limitações ao nível das características dos solos e localização geográfica, tendo em conta a escolha preferencial de soluções que nos diminuam os custos de construção e de manutenção, aliados a um aumento de eficiência e fiabilidade dessas infra-estruturas.

No terceiro capítulo, tendo em conta o conceito de eficiência, será desenvolvido o estudo comparativo entre as tecnologias existentes nas Unidades da Força Aérea e novas soluções tecnológicas existentes no mercado.

Em cada capítulo será efetuada a análise dos resultados obtidos e testadas as hipóteses formuladas.

No capítulo final serão apresentadas as conclusões que nos permitirão responder às perguntas derivadas e à pergunta de partida. Serão efetuadas ainda algumas recomendações que se considerem de interesse para a Força Aérea.



1. Caracterização das redes de drenagem de várias Unidades da Força Aérea

a. Descrição genérica

As redes de drenagem de esgotos domésticos da FAP são, na sua maioria, sistemas de drenagem convencionais, constituídos, essencialmente, por redes de coletores gravíticos, dispositivos de descarga e instalações de tratamento.

Estas redes destinam-se a conduzir os efluentes provenientes de instalações sanitárias, cozinhas, lavandarias e de outras instalações diversas. Estes efluentes, em instalações típicas, caracterizam-se, segundo o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADAR Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto), por conterem quantidades apreciáveis de matéria orgânica, serem facilmente biodegradáveis e manterem relativa constância das suas características no tempo.

Conforme descrito no mesmo regulamento, e no que se refere ao tipo, os sistemas de drenagem de águas residuais podem ser classificados conforme a natureza da qualidade das águas residuais que transportam, como:

- a) separativos, constituídos por duas redes de colectores distintas, uma destinada às águas residuais domésticas e industriais e outra à drenagem das águas pluviais ou similares;
- b) unitários, constituídos por uma única rede de colectores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, industriais e pluviais;
- c) mistos, constituídos pela conjugação dos dois tipos anteriores, em que parte da rede de colectores funciona como sistema unitário e a restante como sistema separativo;
- d) separativos parciais ou pseudo-separativos, em que se admite, em condições excepcionais, a ligação de águas pluviais, por exemplo, de pátios interiores, aos colectores de águas residuais domésticas.

Na sua maioria, as redes de drenagem de águas residuais em funcionamento nas Unidades da FAP, são do tipo separativo tendo como destino final, no caso das águas residuais domésticas, as estações de tratamento de águas residuais (ETAR), onde são tratadas, sendo descarregado no meio ambiente a resultante líquida do tratamento.



b. Descrição das redes de drenagem de algumas Unidades da FAP

1) DGMFA-ALVERCA

O sistema de drenagem de águas residuais do DGMFA está dividido em duas partes. A rede mais antiga é unitária, drenando a zona dos armazéns e da Porta de Armas para um colector que conduz os efluentes para uma vala junto à pista. A rede mais recente, de 1977, é separativa e drena a zona da messe e alojamentos para a estação elevatória (EE) que eleva o esgoto para a vala coberta existente na Unidade. A conduta elevatória é em fibrocimento diâmetro 150mm e os colectores em grés cerâmico com 200 mm de diâmetro. A profundidade máxima, junto à EE é cerca de 4,00m.

Os principais problemas destes sistemas de drenagem são:

- A rede na zona dos armazéns é unitária e está ligada a uma vala de drenagem de águas pluviais;
- A rede na zona mais recente, apesar de ser separativa, também está ligada a uma vala.

Para resolução dos problemas das redes de drenagem do DGMFA foi elaborado, na DI, um estudo que tem como objetivo, numa abordagem mais abrangente, a ligação de todo o sistema à rede pública (estação elevatória dos SMAS de Vila Franca de Xira existente junto à linha férrea do lado de Alverca) ou, numa versão mais minimalista, apenas a zona mais recente. Ambas as soluções têm como base a utilização de sistemas convencionais de drenagem de águas residuais. Este estudo foi apresentado às chefias estando a aguardar decisão.

2) BA1/AFA – SINTRA

A rede de drenagem de águas residuais domésticas da AFA, executada em 1982, é gravítica até à estação elevatória EE1. As inclinações dos colectores variam entre 1% e 1,5% e a profundidade máxima é 4,50 m. A EE1 foi construída em 1994, substituindo a que existia no mesmo local, por se suspeitar que o poço desta estação permitia a infiltração de águas freáticas. Em 2000 foi substituída a conduta elevatória em PEAD, que envia as águas residuais para a EE2, situada junto à ETAR.

A maior parte da rede da BA1 foi substituída em 1999 e 2000, sendo gravítica até à



EE2. Os colectores são em PVC, com inclinações entre 0,5% e 4% e profundidade máxima de 3,00 m. A ETAR foi construída em 2001, substituindo a anterior que estava subdimensionada.

O principal problema desta rede é a entrada de águas pluviais na rede da AFA, apesar de ser separativa. Quando chove há maior afluência à ETAR. Suspeita-se que este problema poderá ter origem no facto de poderem existir ligações indevidas de alguns tubos de queda de águas pluviais das coberturas à rede de águas residuais domésticas.

3) BA5 – MONTE REAL

O sistema de drenagem de águas residuais domésticas da BA5 acompanhou a ampliação da Unidade e a evolução da legislação nesta área específica. Entre 1994 e 1999 substituiu-se a rede existente, bem como a estação elevatória 1 (EE1) e a ETAR, e ligou-se a zona poente à nova ETAR, tendo ficado por ligar algumas fossas sépticas devido à distância à rede. Face ao relevo do terreno e à dispersão de algumas infraestruturas, houve necessidade de recorrer a estações elevatórias. Os colectores e condutas elevatórias são em PVC e PEAD, com inclinações que variam entre 0,5% e 4%. A profundidade máxima é 4,40m e verifica-se no arruamento principal.

Em relação aos problemas conhecidos desta rede de drenagem temos a apontar o facto da falta de manutenção de alguns órgãos constituintes da rede nomeadamente no que diz respeito à caixa separadora de gorduras da cozinha. Quando este problema se verifica, implica a inoperabilidade momentânea da EE1 que drena, através de by-pass, para a rede de águas pluviais. Esta rede de águas pluviais descarrega numa vala, junto a habitações no exterior da Unidade, provocando reclamações dos vizinhos.

4) AM1– OVAR

A rede de drenagem de águas residuais domésticas do AM1, é dividida em duas partes distintas. Uma, datada de 1963 que drena para a estação elevatória EE1 que eleva os esgotos para a ETAR, através de uma conduta de fibrocimento. A outra parte, mais recente, é de 1988 e drena a zona da messe para a EE2 que eleva as águas residuais até à rede mais antiga. Os colectores mais recentes são em PVC, com inclinações da ordem de 0,7%. A profundidade à entrada da EE2 é de 3,70m e na EE1 é de 3,30m. Devido à dispersão de



alguns edifícios, existiam fossas sépticas que têm vindo a ser substituídas por tanques estanques; sendo estes despejados periodicamente por limpa fossas, que descarregam os produtos na ETAR da Unidade.

Os principais problemas no sistema de drenagem são os seguintes:

- Não existe caixa separadora de gorduras na cozinha, causando problemas no equipamento da EE2;
- Entupimentos no decantador primário da ETAR por falta de grades na EE1 e por pelos de cães, provenientes da rede de drenagem da Secção Cinófila;
- As estações elevatórias necessitam de grande manutenção;
- A ETAR necessita de beneficiação;
- Problemas de escoamento na rede velha.

Para resolução destes problemas foi elaborado, em 2010, um estudo tendo em vista a beneficiação da ETAR que incluía a execução de obra de entrada para retenção de sólidos, substituição da conduta elevatória, bombas e quadro elétrico da EE1, beneficiação da EE2 e instalação de caixa separadora de gorduras na cozinha. Estas obras estimaram-se em 200.000 €, não tendo ainda sido realizadas.

c. Situação geográfica das Unidades em estudo e características dos solos

Um fator importante para a execução das diversas infraestruturas necessárias à construção, nomeadamente as redes de drenagem de águas residuais, prende-se com a características dos solos.

Para a elaboração dos seus projetos, a DI solicita a empresas da especialidade ou à REA a elaboração de estudos geológicos-geotécnicos. Este conhecimento permite a escolha das melhores metodologias de construção tendo em conta as características dos solos existentes.

Com o recurso aos arquivos da DI, onde foram consultados os estudos geológicos-geotécnicos disponíveis e a informação existente relativamente às Unidades em estudo, podemos caracterizar os solos dessas Unidades e no que à implementação das infraestruturas de saneamento diz respeito, do seguinte modo:

Através das sondagens efetuadas no DGMFA, podemos concluir que estamos



perante um ambiente geotécnico caracterizado pela presença de, aproximadamente, 4,50m de terreno heterogéneo, areno-argiloso, argiloso acastanhado, seixos, restos de conchas e alguns estratos argilo-lodosos, tendo sido também detectada a presença de água a partir da cota -2,95 m.

Na BA1 o ambiente geotécnico existente é caracterizado pela presença de depósitos aluvionares e pela existência de água (nível freático) próximo da superfície, -2,00 m.

O ambiente geotécnico encontrado nos solos da BA6, é caracterizado pela presença de um depósito aluvionar lodoso e pelo nível freático a variar entre os -2,00m e -4,00m.

Desta análise conclui-se que os solos existentes nas Unidades em estudo são caracterizados por possuírem níveis freáticos elevados o que dificulta e onera os custos de construção, a implementação das redes de drenagem de águas residuais nomeadamente no que diz respeito a escavações, execução de caixas de visitas e implementação de órgãos de apoio (caixas de retenção de gorduras e hidrocarbonetos, etc). No que diz respeito à manutenção das redes implantadas nestes locais, a instabilidade mecânica deste tipo de solos pode provocar, ao longo dos anos, assentamentos que comprometem o funcionamento das infra estruturas de drenagem causados por ruturas frequentes. Estas ruturas permitem, não só a descarga de esgoto diretamente nos solos, provocando contaminação do lençol freático, como também a intrusão nas tubagens de grandes quantidades de águas freáticas e arrastamento de solos, levando a um maior tempo de funcionamento dos equipamentos de bombagem nas EE, a maiores custos de manutenção e de reparação de equipamentos, bem como ao deficiente funcionamento das ETAR's.

Assim, e de acordo com os resultados da análise anterior considera-se a primeira hipótese comprovada. É possível afirmar que a topografia e as características dos solos são fatores limitativos para a implantação e exploração das redes de drenagem de águas residuais domésticas em algumas Unidades da Força Aérea.

d. Custos de construção e manutenção de redes de drenagem de águas residuais domésticas de unidades da FAP

Conforme referido anteriormente a Unidade para a qual se direciona o presente estudo, dadas as suas características e problemas de conceção, é o DGMFA, em Alverca.



É assim, sobre esta Unidade, que vai incidir a análise económica, tendo em vista o apuramento de custos para a execução de uma nova rede de drenagem de esgotos domésticos convencional.

O apuramento dos custos para a construção foi efetuado tendo como base um estudo preliminar de uma nova rede, executada de acordo com os Regulamentos atuais e tendo como destino final a estação elevatória da rede pública dos SMAS de Vila Franca de Xira, existente junto à linha férrea do lado de Alverca.

Apresenta-se de seguida, na tabela abaixo, os custos estimados para esta opção:

Tabela 2: – Custos estimados para a construção de uma nova rede de drenagem no DGMFA, Alverca

DESCRIÇÃO	UNID	PREÇO UNIT.	VALOR
Implantação de tubagem, incluindo escavação, levantamento de pavimentos, atravessamentos e reposição de pavimentos.	1200 m	62,50 €	75.000,00 €
Execução de poço de bombagem com 4,00m de profundidade	1 un	15.000,00 €	15.000,00 €
Equipamento de bombagem	1 vg	20.000,00 €	20.000,00 €
Tubagem de compressão	150 m	35,00 €	5.250,00 €
Atravessamento da linha de caminho de ferro.	1 vg	50.000,00 €	50.000,00 €
		TOTAL:	165.250,00 €

Após consulta dos registos existentes na Direção de Infra Estruturas e considerando gastos com pessoal e sobressalentes para manutenção das instalações, estamos em condições de apurar, tendo em conta os cerca de 35 anos de funcionamento da rede atual, que os custos médios anuais com a manutenção de uma rede de drenagem de esgotos domésticos, no DGMFA, em Alverca, rondam os 10.000€.

Os custos energéticos médios com o funcionamento da EE rondam os 1.550€ anuais (bombas da EE em funcionamento - 7Kw/h e 4h/dia).

Concluindo, para 40 anos de horizonte de projeto pode-se estimar que, com a execução de uma nova rede de drenagem de esgotos convencional e respetiva manutenção, os custos, no final de vida da instalação ascenderão a cerca de 565.000,00€. Os custos de exploração rondarão os 61.500,00€.

2. Novas soluções tecnológicas

Tem-se vindo a verificar uma preocupação crescente com o meio ambiente, adotando-se tecnologias que evitem a degradação de recursos naturais (água, solo). No contexto atual a redução de consumos energéticos também é uma preocupação crescente.

Assim poderemos adotar tecnologias de drenagem de águas residuais não convencionais de entre as quais salientamos, entre outros, os sistemas de esgotos por vácuo e os sistemas de esgotos decantados.

Aliados a estes sistemas poderemos ainda referir a necessidade de implementação de órgãos complementares, nomeadamente caixas de retenção de hidrocarbonetos, de retenção de gorduras, féculas, etc.

No presente estudo, e dado que na FAP, mais precisamente na BA6, no Montijo, se implementou, durante o ano transato, um sistema de drenagem de esgotos por vácuo, optou-se pela escolha deste sistema analisando a sua adequabilidade a outras Unidades da FAP, nomeadamente no DGMFA.

a. Sistema de esgotos por vácuo

1) – Descrição geral

O sistema que iremos descrever neste ponto está normalizado em Portugal através da Norma Portuguesa (NP EN 1091:2000 – Sistemas públicos de drenagem de águas residuais com funcionamento em vácuo).



Figura 1: Sistema de esgotos por vácuo.
Fonte:- Documentação técnica Roediger



Um sistema de esgotos por vácuo baseia o seu funcionamento no diferencial de pressões (altas para as baixas). Através das bombas de vácuo instaladas na estação é criada uma depressão num reservatório onde é recolhido o efluente ao qual está ligada uma rede de tubagens. Esta rede de tubagens termina nas válvulas de vácuo instaladas nas câmaras de recolha. Estas câmaras situam-se, normalmente, no final da rede predial, recebendo os efluentes provenientes dos edifícios. Dispõem de dispositivo que, em função do nível do esgoto acumulado no seu interior, provoca a abertura de uma válvula permitindo assim, dada a depressão existente no interior das tubagens, a entrada de ar nas mesmas e consequentemente a deslocação dos efluentes, depositados na câmara de recolha, até à central de vácuo.

Para permitir uma melhor eficiência do sistema a válvula, controlada por um temporizador, permanecerá aberta por mais alguns segundos. Este ciclo é repetido sempre que o nível pré definido no interior da câmara de recolha seja atingido pelos efluentes.

O valor da depressão existente no interior das tubagens é de -80 kPa. Este valor obriga o esgoto a deslocar-se a velocidades entre 4 a 5 m/s, em grande turbulência evitando a sedimentação do esgoto no interior das tubagens. Ainda, e devido à entrada de ar nas tubagens, evita-se o desenvolvimento bacteriológico.

A entrada de ar nas tubagens vai baixar a depressão existente nas mesmas e no reservatório de recolha existente na central. As bombas de vácuo estão, normalmente, preparadas para entrar em funcionamento quando a depressão atingir o valor de -40kPa e repor o valor de -80kPa. Como a depressão é obtida pela expulsão de um material com baixa densidade, o ar, o período de funcionamento é curto sendo os consumos energéticos igualmente baixos.

A drenagem do esgoto recolhido no reservatório da estação de vácuo é efetuada através de bombas de descarga, que o enviam até ao coletor público ou ETAR.

As características de funcionamento deste sistema, com depressões de trabalho de -80 kPa a -40 kPa permitem a utilização de tubagens de baixo diâmetro pois a capacidade de transporte, devido às elevadas velocidades de “circulação”, é grande. Ainda, e devido à depressão mínima de trabalho, -40kPa, o perfil de implantação da tubagem pode ser tal (inclinações positivas, negativas ou de nível) desde que não seja ultrapassada uma perda de carga de 4,00m.

No entanto, e devido à razão da existência de dois elementos de diferentes densidades em circulação no interior das tubagens, é necessário que o perfil de implantação da tubagem seja executada em dente de serra. Naturalmente, e após a separação dos dois



elementos, que ocorrerá ao longo da tubagem, quando em repouso, o esgoto ocupará a parte inferior da tubagem enquanto que o ar circulará pela parte superior. O ar atinge assim, muito mais rapidamente, a estação de vácuo, enquanto que o esgoto ficará depositado algures na tubagem. Sendo o perfil de implantação da tubagem executado em dente de serra, o esgoto depositar-se-à algures num ponto baixo, criando um “tampão”. No momento de abertura de uma qualquer válvula de vácuo do sistema, a admissão de ar e sua circulação na tubagem, ao encontrar este “tampão”, promoverá o seu transporte no interior da tubagem até que este chegue ao seu destino final, a estação de vácuo, repetindo-se este ciclo indeterminadamente.

Passamos de seguida a uma breve descrição dos elementos constituintes do sistema.

A estação de vácuo é constituída por um tanque que garante a acumulação de um volume de reserva de vácuo e recepção dos efluentes recolhidos. É a este tanque que estão ligadas, numa extremidade, as tubagens provenientes das bombas de vácuo para a remoção do ar nele contido e na outra extremidade, os coletores que recolhem os efluentes provenientes das zonas onde são produzidos. Estão igualmente ligadas a este tanque as bombas de descarga para remoção das águas residuais recolhidas no sistema e acumuladas no tanque.



Figura 2: Estação de vácuo – BA6, Montijo

Outro dos órgãos constituintes do sistema são as câmaras de recolha (pontos de admissão de esgoto). Estas câmaras, de funcionamento hidropneumático, são constituídas por dois compartimentos independentes entre si, o tanque de recolha e a câmara da válvula de vácuo. Assim, quando no tanque de recolha dos efluentes é atingido o nível predefinido a válvula de vácuo abre-se permitindo a entrada de efluente e de uma quantidade de ar adicional que vai “empurrar” os efluentes admitidos.



Figura 3: Câmara de recolha – BA6, Montijo



O funcionamento deste sistema é responsável pela circulação dos efluentes nos coletores a uma velocidade de cerca de 4 a 5 m/s em grande turbulência e ambiente oxigenado, logo boa capacidade de transporte e como consequência a possibilidade de utilização de colectores de baixo diâmetro.

Finalizando-se o circuito, a evacuação do esgoto acumulado no tanque de vácuo da central de vácuo para a ETAR, far-se-á, como em qualquer estação elevatória, através da utilização de bombas de trasfega comandadas por sensores de nível que dão ordem para arranque e paragem das bombas de descarga em função dos parâmetros de exploração recomendados pelo fabricante.

2) – Custos de construção e manutenção da rede de drenagem de águas residuais domésticas por vácuo existente na BA6, Montijo

Em 2010 iniciou-se a construção da nova rede de esgotos da BA6, no Montijo, baseada na nova tecnologia do sistema de drenagem de águas residuais domésticas por vácuo. Esta rede encontra-se dotada de um sistema de monitorização através do qual pode ser avaliado o comportamento de toda a instalação e verificados os caudais escoados em cada ponto, o número de aberturas de cada válvula bem como a existência de avarias ou deficiente funcionamento. Através de ligação IP o fabricante pode fazer a monitorização à distancia do funcionamento da instalação e desencadear alertas para o utilizador, de forma a garantir uma maior operacionalidade da instalação. Segundo os registos existentes na Direção de Infra Estruturas os custos de construção desta rede, excluindo a movimentação de terras (executada pela REA), cifram-se em cerca de 280.000,00€.

A manutenção deste sistema, e tendo em conta o fornecimento de sobressalentes incluídos no custo de construção das infra estruturas, consistirá, nos primeiros anos de funcionamento, na simples monitorização do sistema. No entanto, entendemos, que após o esgotamento do stock de sobressalentes os custos de manutenção passarão a incluir a aquisição dos componentes necessários para que o sistema funcione eficazmente. Assim, considerando as indicações de fabricantes de sistemas de esgotos por vácuo, comprovadas em literatura da especialidade, estimamos os custos anuais médios de manutenção do sistema de esgotos por vácuo em 6.500,00€.



Os custos de exploração associados ao sistema são os custos derivados dos gastos energéticos para o funcionamento da estação de vácuo e válvulas de vácuo instaladas nas câmaras de recolha. Tendo em conta indicações de fabricantes de sistemas de esgotos por vácuo, comprovadas por estimativa dos consumos energéticos desta rede (bombas da estação de vácuo) e os períodos previsíveis de funcionamento da totalidade do sistema, estimamos em 3.000,00€ anuais os custos médios de exploração do sistema.

3) – Custo estimado para construção e manutenção de rede de drenagem de águas residuais domésticas por vácuo no DGMFA, em Alverca

A conceção de um sistema de drenagem de esgotos domésticos por vácuo para o DGMFA obedeceria a iguais requisitos do estudo preliminar já referido anteriormente. Assim seria executada uma nova rede, recolhendo os efluentes à saída dos edifícios e conduzindo os mesmos para a estação elevatória da rede pública dos SMAS de Vila Franca de Xira, existente junto à linha férrea do lado de Alverca.

Com base nos preços apresentados pela firma adjudicatária da rede de esgotos por vácuo da BA6 e, após análise das necessidades para a execução de uma nova rede no DGMFA, apresenta-se de seguida, na tabela abaixo, os custos estimados para esta opção:

Tabela 3: – Custos estimados para a construção de um sistema de esgotos por vácuo no DGMFA, Alverca

DESCRIÇÃO	UNID	PREÇO UNIT.	VALOR
Execução/adaptação de edifício para implantação da estação de vácuo.	1 un	50.000,00 €	50.000,00 €
Implantação de tubagem, incluindo escavação, levantamento de pavimentos, atravessamentos e reposição de pavimentos.	1200 m	50,00 €	60.000,00 €
Execução de caixas de recolha, incluindo válvulas de vácuo e ligações.	20 un	900,00 €	18.000,00 €
Instalação de bombas de vácuo e respetivos quadros elétricos.	1 vg	80.000,00 €	80.000,00 €
Equipamento de bombagem para remodelação da EE existente	1 vg	20.000,00 €	20.000,00 €



Tubagem de compressão	150 m	35,00 €	5.250,00 €
Atravessamento da linha de caminho de ferro.	1 vg	50.000,00 €	50.000,00 €
		TOTAL:	283.250,00 €

A exemplo do já descrito para a rede de esgotos por vácuo instalada na BA6, Montijo, manutenção deste sistema, e tendo em conta o fornecimento de sobressalentes incluídos no custo de construção das infra estruturas, consistirá, nos primeiros anos de funcionamento, na simples monitorização do sistema. No entanto, entendemos, que após o esgotamento do stock de sobressalentes os custos de manutenção passarão a incluir a aquisição dos componentes necessários para que o sistema funcione eficazmente. Assim, estimamos os custos anuais médios de manutenção do sistema de esgotos por vácuo em 5.500,00€.

Os custos de exploração associados ao sistema são os custos derivados dos gastos energéticos para o funcionamento da estação de vácuo e válvulas de vácuo instaladas nas câmaras de recolha e ainda da EE já existente. Tendo em conta os pontos de consumo energético desta rede (bombas da estação de vácuo e as bombas da EE) e os períodos previsíveis de funcionamento da totalidade do sistema, estimamos em 3.550,00€ anuais os custos médios de exploração do sistema.

Concluindo, para 40 anos de horizonte de projeto pode-se estimar que, com a execução de uma nova rede de drenagem de esgotos por vácuo e respetiva manutenção, os custos, no final de vida da instalação ascenderão a cerca de 503.250,00€. Os custos de exploração rondarão os 142.000,00€.

Estamos em condições de verificar a segunda hipótese levantada neste estudo:

“A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas reduz os custos de construção, exploração e manutenção dessas infra-estruturas.”

Tendo em conta os resultados apurados através das estimativas efetuadas, o custo de construção e respetiva manutenção de uma rede convencional de drenagem de esgotos residuais domésticos no DGMFA, em Alverca e, para 40 anos de horizonte de projeto,



rondaria os 626.500,00€. Uma rede de esgotos por vácuo, executada por forma a abranger a totalidade dos edifícios previstos para a rede convencional, e considerando-se igualmente os custos de construção e respetiva manutenção, rondaria os 645.250,00€, sendo este valor superior em cerca de 2,9% ao estimado para um rede de drenagem de esgotos domésticos convencional.

Assim, e de acordo com os resultados da análise anterior considera-se que a segunda hipótese levantada não é comprovada.

É possível afirmar que a construção e manutenção de uma rede de esgotos por vácuo é mais vantajosa economicamente (cerca de 12,3%) do que uma rede convencional mas que no entanto, a sua exploração, e tendo em conta apenas o aspeto do consumo energético, é mais onerosa relativamente ao sistema tradicional.

3. Estudo comparativo entre o sistema de drenagens de esgotos misto (gravítico/pressão) e o sistema de esgotos por vácuo

a. – Principais diferenças entre o sistema tradicional separativo e o sistema de esgotos por vácuo

Apresentados que estão os sistemas de drenagem de águas residuais domésticos, o sistema tradicional e o sistema inovador escolhido para o presente estudo, drenagem de esgotos por vácuo, passamos de seguida, através de uma tabela, a uma breve comparação entre os dois sistemas, por forma a melhor se compreender as suas diferenças:

Tabela 4: – Comparação dos sistema de esgotos por vácuo e sistema de esgotos tradicional

	Sistema de drenagem de esgotos por vácuo	Sistema de esgotos tradicionais
1	Os sistemas públicos de drenagem de águas residuais em Portugal são normalizados através da NP EN 1091:2000 – (Sistemas públicos de drenagem de águas residuais com funcionamento em vácuo).	Em Portugal as redes de drenagem de águas residuais são regulamentadas pelo Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95)



2	<p>A conceção de uma rede de esgotos por vácuo tem de ter em conta diversos fatores nomeadamente a localização dos diversos órgãos do sistema, a dimensão da rede, os caudais a drenar, etc.</p>	<p>Na elaboração dos projetos, quer sejam de distribuição de água ou de drenagem de águas residuais é indispensável o conhecimento da situação demográfica da zona em estudo bem como a existência de indústrias que contribuam para os consumos. Devem ainda ser arbitrados outros fatores para o dimensionamento das redes nomeadamente factor de afluência à rede, caudal médio anual, factor de ponta instantâneo, caudais de infiltração, caudais industriais, precipitação, coeficiente de escoamento e período de retorno.</p>
3	<p>A rede de coletores de um sistema de esgotos por vácuo é caracterizada por possuir um perfil do tipo “dente de serra”. Não possui limite máximo de inclinação sendo que a inclinação mínima é de 0,2%. Igualmente para a velocidade e fruto do funcionamento deste sistema, esta não está limitada inferiormente sendo que em relação a velocidades máximas estas podem atingir frequentemente os 15m/s.</p> <p>Para o garante das condições hidráulicas do sistema é necessário garantir razões médias ar/líquido na ordem dos 6:1. Este fator é um dos responsáveis pela não acumulação de detritos ao longo das tubagens e emanção de odores.</p> <p>O dimensionamento das tubagens é efetuado tendo em conta as indicações do fabricante do sistema. Cada fabricante possui tabelas que relacionam os caudais a drenar com os diâmetros necessários, recorrendo para a rede de coletores, na maioria dos casos, a diâmetros compreendidos entre 110mm e 160mm. As ligações entre as câmaras de recolha e a rede de coletores é efetuada, normalmente, recorrendo-se a tubagem diâmetro 75mm.</p> <p>Existem ainda alguns fatores que, na fase de projeto, têm de ser levados em conta, nomeadamente a “centralização” da estação de vácuo numa tentativa de equalização do comprimento das diferentes tubagens de vácuo.</p>	<p>Numa rede de esgotos convencional os coletores tem por finalidade assegurar a condução de águas residuais domésticas para o seu destino final. O cálculo destes coletores tem por base os caudais médios anuais expetáveis no horizonte de projeto afetados de fator de ponta instantâneo e de caudais de infiltração. Para o dimensionamento hidráulico-sanitário dos coletores de drenagem de águas residuais domésticas o projetista tem de observar algumas regras nomeadamente a velocidade de escoamento (v_{max} 3m/s e v_{min} 0,6m/s), a altura da lâmina líquida (0,5h para diâmetros \leq 500mm e 0,75h para os restantes diâmetros) e a inclinação que, em geral não deve ser inferior a 0,3% nem superior a 15%. Ainda em relação aos coletores o diâmetro mínimo regulamentar é de 200mm.</p> <p>A implantação destas tubagens é feita a eixo da via pública, numa profundidade geralmente inferior a 1m medida entre o seu extradorso e o pavimento da via pública. A largura das valas para o assentamento das tubagens é, para diâmetros até 500mm de $d+0,50m$ e para diâmetros superiores de $d+0,70m$.</p>
4	<p>Nos sistemas de esgotos por vácuo, e devido às suas características, não existem caixas intermédias. Apenas existem câmaras de recolha nos pontos de admissão dos efluentes.</p>	<p>No que se refere aos elementos acessórios da rede, nomeadamente as caixas de visita, a sua implantação é obrigatória na confluência de coletores, na mudança de direção, inclinação e diâmetro. É ainda obrigatória a colocação de caixas para limitar o comprimento de um coletor em linha reta a 60m. Estas caixas têm uma dimensão mínima de 1,00 ou 1,25m consoante a sua profundidade seja ou não inferior a 2,50m.</p>



5	Numa rede de esgotos por vácuo é necessário garantir que os desníveis totais não ultrapassem os 4,50m, valor da perda de carga normalmente vencida pela estação de vácuo.	Numa rede de esgotos convencionais existe por vezes e dadas as contingências da topografia, a necessidade de se elevarem os efluentes para permitir que os mesmos voltem a “circular” por gravidade. Assim, na rede de esgotos convencionais pode-se optar pela execução de instalações elevatórias constituídas por câmara de aspiração, grupos de eletrobombas, e condutas elevatórias.
---	---	--

Na sequência da tabela anterior, passamos de seguida a uma breve análise de vantagens e desvantagens de um sistema face ao outro:

Tabela 5: – Vantagens e desvantagens entre os dois sistemas em estudo

	Sistema de drenagem de esgotos por vácuo	Sistema de esgotos tradicionais
1	Utilização de tubagens de pequenos diâmetros, implicando menores custos em mão de obra, em abertura e tapamento de valas para implantação e em acessórios	Normalmente são utilizadas tubagens de grandes diâmetros (200mm ou superiores), implicando maiores custos com mão de obra (manuseamento mais complicado), valas para implantação das tubagens mais largas e acessórios mais onerosos.
2	A especificidade do sistema necessita de valas pouco profundas (1,0 a 1,2 m de profundidade) e com pouco impacto no meio (rodovias, habitações, utentes). No caso de implantação em solos difíceis (rijos, rocha) os custos associados são menores do que num sistema convencional onde as profundidades de implantação são maiores. Menor tempo de execução.	O sistema tradicional obriga a valas mais profundas, por vezes com recurso a entivação. Provoca ainda maior impacto no meio. Tempos de execução mais elevados.
3	Não são necessárias caixas de visita	De 60 em 60m de tubagem ou em mudanças de direcção é necessária a execução de caixas de visita
4	Em zonas de topografia plana é possível a implantação do sistema sem recurso a instalações elevatórias.	Em zonas de fraca inclinação é, na maioria das vezes, necessário o recurso a instalações elevatórias.



5	A tubagem dos esgotos por vácuo pode ser implantada junto a zonas de captação de água para consumo. Na eventualidade de ocorrerem ruturas não ocorrem exfiltrações de esgoto mas sim infiltrações de águas.	No caso de ruturas nos coletores dá-se o escoamento de efluentes para os solos, existindo a probabilidade de contaminação das águas do lençol freático.
6	Dado o perfil de tubagem utilizado (dente de serra) a transposição de obstáculos é facilitada.	A transposição de obstáculos requer órgãos complementares com custos associados.
7	O sistema de esgotos por vácuo dispõe de monitorização que permite, pelo aumento de pressão, o conhecimento imediato de ruturas na tubagem.	A verificação da existência de ruturas é dificultada. Apenas com inspeções regulares e análise de diversas anomalias existentes ao longo das zonas de implantação da tubagem se pode suspeitar da existência de ruturas.
8	Facilidade de adaptação do sistema a uma elevada variação dos caudais (por exemplo em zonas onde a população residente aumente no período de férias).	Nos esgotos tradicionais o dimensionamento é efetuado tendo em conta os caudais previsíveis tendo ainda em atenção que se forem utilizadas tubagens de diâmetro acima do necessário para os caudais a drenar temos uma velocidade de escoamento baixa e conseqüente sedimentação.
9	Os efluentes circulam num sistema fechado, dotado de desodorização. São constantemente arejados pela entrada de ar.	O sistema de esgotos tradicionais é um sistema aberto, sem desodorização. A não existência de oxigenamento dos efluentes provoca a existência de ácido sulfídrico que provoca corrosão nos elementos constituintes do sistema. Ainda devido à não oxigenação dos efluentes é provocada a existência de gases perigosos para o pessoal da manutenção.
10	Período relativamente curto de funcionamento das bombas de vácuo (reposição da depressão do mínimo pré definido de -40 kPa para -80 kPa).	No sistema de esgotos convencionais apenas existem consumos energéticos nas instalações elevatórias.

b. A experiência da FAP – BA6, Montijo

A antiga rede de drenagem de esgotos residuais domésticos da BA6, rede convencional, sempre foi caracterizada pelos inúmeros problemas de mau funcionamento.

Como já foi referido anteriormente, os solos existentes na BA6 possuem, dada a sua cota altimétrica ser próxima do nível do mar, um nível freático muito elevado. Esta



condicionante local leva a que as tubagens da rede de drenagem estejam constantemente a sofrer pressões, pressões essas que variam consoante as oscilações no nível freático, originando assentamentos diferenciais e ruturas nos troços de tubagens em manilhas de betão.

Através de entrevista efetuada ao responsável pela manutenção das redes da BA6, foi possível perceber que estas ruturas provocavam fugas de efluentes ao longo do sistema e conseqüentemente a não chegada dos mesmos ao poço de bombagem. Permitiam ainda enraizamentos no interior das tubagens originando obstruções das mesmas.

Associados a estes problemas, a rede “sofria” igualmente de ligações indevidas de tubagens de águas pluviais à rede de drenagem de esgotos domésticos.

Face aos inúmeros problemas que a rede apresentava, o trabalho das equipas de manutenção era constante, levando a que por vezes se descurassem alguns aspetos, nomeadamente a limpeza das caixas separadoras de gorduras, inviabilizando o funcionamento das mesmas.

Em face desta situação, que já se arrastava há alguns anos, foi decidida a execução de uma nova rede.

Através de entrevista efetuada ao COR Marques, chefe, à data da elaboração do projeto da nova rede, da Repartição de Projetos da Direção de Infra Estruturas, o processo para a execução de uma nova rede de drenagem de esgotos domésticos para a BA6, iniciou-se com um estudo para um sistema gravítico convencional. No decorrer desse estudo concluiu-se que, devido às distâncias entre troços serem muito elevadas, e por forma a garantir pendentes mínimas seria necessário colocar as tubagens a grandes profundidades, bem como construir um poço de bombagem com cerca de 7 metros de profundidade. Assim, esta solução foi colocada de parte, devido à dificuldade na realização, especialmente aos métodos construtivos que iriam obrigar a entivação e bombagem das águas nas valas, aumentando-se consideravelmente os custos da empreitada, nunca sendo dadas garantias reais dum funcionamento eficaz, visto ser um sistema igual ao existente.

Depois do abandono da ideia de execução de uma nova rede idêntica à já existente, iniciou-se uma pesquisa sobre novas soluções tecnológicas que dessem a garantia de um funcionamento eficaz do sistema. A pesquisa teve, como ponto de partida, sistemas aplicados em solos com condições idênticas às da Base Aérea do Montijo (nível freático muito alto, altitude próxima ao nível médio das águas do mar e terrenos arenosos com pouca consistência). Nestas condições verificou-se a existência de sistemas de esgotos por vácuo, com taxa de sucesso comprovada pelo funcionamento em várias zonas do mundo, nomeadamente na Alemanha, Polónia, Holanda, França, Reino Unido, Estados Unidos da América, e Médio Oriente, como por exemplo o Palm Jumeirah, no Dubai.



No seguimento dos diversos estudos foi decidido optar-se pela execução de um sistema de drenagem de esgotos por vácuo, na BA6 Montijo.

O sistema encontra-se em funcionamento desde o ano de 2010. Não foram verificadas, até à data, situações que comprometam o normal funcionamento da rede de drenagem. Conforme referido pelos entrevistados, o desempenho satisfatório da rede aumentou substancialmente, dispensando-se as reparações periódicas de ruturas que a anterior rede obrigava. O sistema instalado foi dimensionado para toda a área de aquartelamento da BA6 incluindo as esquadras 751 e a área afectada à Marinha, para manutenção dos helicópteros Linx. Apenas foi executada uma das duas fases previstas, coexistindo neste momento dois sistemas de esgotos com princípios de funcionamento diferentes na zona de aquartelamento.

Neste capítulo e dado que já foram, em capítulos anteriores, evidenciadas as questões relativas à construção em solos com limitações e aos custos, interessa-nos verificar a terceira hipótese levantada neste estudo:

“A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas melhora o desempenho dessas infra-estruturas bem como a preservação ambiental dos locais onde estejam implantadas.”

Na sequência das entrevistas e visitas efetuadas à BA6 e do acima referido, estamos em condições de afirmar que a adoção de novas tecnologias de drenagem de esgotos domésticos, nomeadamente o sistema de esgotos por vácuo, em solos arenosos e com nível freático elevado, aumentou significativamente o desempenho destas infra-estruturas e a proteção ao meio ambiente envolvente.



Conclusões

Nos tempos difíceis que hoje atravessamos, é de todo pertinente a procura de soluções que reduzam os custos, permitindo no entanto que os sistemas continuem a desempenhar a sua função, contribuindo para o alcançar da missão da FAP.

Foi neste contexto que procurámos direccionar o presente estudo para a avaliação das condições de funcionamento das redes de drenagem de esgotos domésticos de algumas Unidades da FAP e procurar soluções que, eficientemente, permitissem melhorar o desempenho destas instalações, procurando-se saber se essas soluções, ao mesmo tempo que melhorassem o desempenho, pudessem igualmente reduzir custos de construção, manutenção e exploração.

Esta avaliação incidiu nas Unidades da FAP que possuem redes de drenagem de idade avançada, com problemas de funcionamento e implantadas em solos que, pela sua constituição e topografia (elevados níveis freáticos e com limitações ao nível das pendentes de escoamento), apresentem maiores condicionantes à execução e posterior funcionamento dessas redes. Inserem-se neste caso, algumas Unidades, nomeadamente o DGMFA em Alverca, a BA1 em Sintra, a BA5 em Monte Real e o AM1 em Ovar.

Para um estudo mais aprofundado foi escolhida a rede de drenagem de esgotos domésticos do DGMFA em Alverca. Esta escolha deve-se às características dos solos, topografia da Unidade e aos problemas graves de conceção que esta rede apresenta.

Com o objetivo de dar resposta à questão principal:

“Qual a contribuição com a aplicação de novas soluções tecnológicas para o aumento da eficiência e fiabilidade das redes de drenagem pública de águas residuais domésticas da Força Aérea?”

o trabalho dividiu-se:

- no estudo do tipo de solos e suas limitações à implantação das redes de drenagem existentes nos locais em foco;
- na análise dos custos associados à construção e manutenção de redes idênticas às existentes nesses locais;



- no estudo de novas tecnologias de drenagem das redes públicas domésticas e seus custos de implementação e manutenção;

Da intenção de se obter uma resposta satisfatória à questão principal surgiu a necessidade de se responder às seguintes perguntas:

- Como se caracterizam as redes de drenagem pública de águas residuais domésticas das Unidades da Força Aérea objeto do presente estudo?
- Qual a contribuição, com a aplicação de novas soluções tecnológicas, para a redução de custos de construção, exploração e manutenção das redes de drenagem pública de águas residuais domésticas na Força Aérea?
- Qual a contribuição, com a aplicação de novas tecnologias, para o aumento da eficiência e fiabilidade das redes de drenagem pública de águas residuais domésticas da Força Aérea?

Com a mesma intenção, foram formuladas as seguintes hipóteses:

- A topografia e as características dos solos são fatores limitativos para a implantação e exploração das redes de drenagem de águas residuais domésticas em algumas Unidades da Força Aérea.
- A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas reduz os custos de construção, exploração e manutenção dessas infra-estruturas.
- A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas melhora o desempenho dessas infra-estruturas bem como a preservação ambiental dos locais onde estejam implantadas.

Para as hipóteses formuladas procurou-se, no desenvolver do trabalho, encontrar dados para a sua comprovação, conforme a seguir se descreve.

No primeiro capítulo foi efetuada uma breve caracterização das redes de drenagem de águas residuais domésticas de algumas Unidades da Força Aérea bem como a situação geográfica e tipologia de solos dessas Unidades, tentando-se relacionar as anomalias existentes nessas infra estruturas com as limitações que advêm desses fatores.

Procedemos ao levantamento das redes do DGMFA, em Alverca, da BA1, em



Sintra, da BA5, em Monte Real e do AM1 em Ovar.

O levantamento foi efetuado tendo em conta a tipologia das redes e seu estado de conservação e funcionamento.

Apurámos que as redes em estudo apresentam diversas anomalias sendo que, a rede implantada no DGMFA é a que necessita de intervenção mais urgente, dada a gravidade de algumas das situações ali existentes.

Passou-se de seguida à caracterização dos solos das Unidades acima indicadas.

Foi possível, após o relacionamento entre algumas anomalias e os locais de implantação das redes, comprovar que a topografia e as características dos solos são fatores limitativos para a implantação e exploração das redes de drenagem de águas residuais domésticas em algumas Unidades da Força Aérea.

Ainda no decorrer do primeiro capítulo procedemos ao apuramento dos custos envolvidos com a execução de uma nova rede de esgotos domésticos no DGMFA, rede essa de conceção idêntica à já existente, resolvendo-se no entanto os problemas atualmente manifestados.

No segundo capítulo referiu-se a existência de novas tecnologias de drenagem de águas residuais, nomeadamente os sistemas de esgotos por vácuo e os sistemas de esgotos decantados. A escolha, para o presente estudo, recaiu no sistema de esgotos por vácuo, dado que, sendo um sistema inovador, foi o sistema implantado na BA6, Montijo durante o ano de 2010. Importava pois, analisar a sua adequabilidade a outras Unidades da FAP, nomeadamente ao DGMFA, em Alverca.

Após uma descrição geral do sistema e dos órgãos constituintes do mesmo, procedeu-se à indicação dos custos de construção da rede de drenagem de esgotos domésticos por vácuo instalada no Montijo. Com base no equipamento instalado, nos custos atuais de mão de obra e da energia, procedeu-se a uma estimativa dos custos associados à manutenção e exploração deste sistema num horizonte de projeto de 40 anos.

Era objetivo deste capítulo comprovar a segunda hipótese levantada neste estudo:

“A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas reduz os custos de construção, exploração e manutenção dessas infra-estruturas.”

Para se atingir este objetivo elaborou-se uma estimativa para a construção de uma nova rede de esgotos por vácuo no DGMFA, em Alverca. Assim, e tendo por base o estudo



elaborado para a construção de uma nova rede convencional, foram apuradas as quantidades de tubagem, materiais e equipamentos necessários para uma rede de esgotos por vácuo. Após se aplicarem os preços unitários conhecidos na execução da rede do Montijo apurou-se o valor final para a construção do sistema. Para se apurarem os custos de manutenção e exploração utilizaram-se os pressupostos anteriormente usados no cálculo destes custos para a rede da BA6 ou seja, foram tidos em conta, para a manutenção, os gastos médios anuais em mão de obra e sobressalentes indicados pelo fabricante e comprovados em literatura da especialidade. Para a exploração recorreu-se igualmente a registos existentes, oriundos de sistemas idênticos, e à análise dos gastos previsíveis dos equipamentos instalados. Estes custos foram apurados tendo em conta o horizonte de projeto de 40 anos.

Foi possível, com os pressupostos indicados e após o apuramento da totalidade dos custos envolvidos, verificar que, para o caso em estudo (rede de drenagem de esgotos domésticos por vácuo no DGMFA) a segunda hipótese levantada não é comprovada.

Embora os custos envolvidos na construção e manutenção de uma rede de drenagem de esgotos domésticos por vácuo sejam menores (em cerca de 12,3%) relativamente a uma rede convencional, o mesmo não se verifica relativamente aos custos envolvidos na exploração.

Os custos totais estimados e inerentes a este sistema, incluindo os custos de construção, manutenção e exploração são, no final do período em estudo, superiores em cerca de 2,9%.

No primeiro e segundo capítulo foram abordados dois dos três conceitos referidos no início do estudo, a construção e manutenção, bem como analisados os indicadores e dimensões inerentes.

No terceiro capítulo, tendo em conta o conceito de eficiência, foi desenvolvido o estudo comparativo entre as tecnologias existentes nas Unidades da Força Aérea e a nova tecnologia escolhida no presente estudo.

Este estudo comparativo permitiu-nos perceber que as redes de drenagem convencionais instaladas em Unidades da FAP, cujos solos apresentem limitações à implantação destas infra estruturas, são de difícil execução, apresentando uma fiabilidade bastante inferior à solução adotada para a execução da nova rede de drenagem da BA6, Montijo.



Estas conclusões foram obtidas através das observações no local, do historial de anomalias dos dois sistemas e ainda pelas entrevistas efetuadas.

Estamos assim, em condições de comprovar a terceira e última hipótese levantada:

“A adoção de novas soluções tecnológicas de drenagem de águas residuais domésticas melhora o desempenho dessas infra-estruturas bem como a preservação ambiental dos locais onde estejam implantadas.”

Por tudo o que até aqui foi referido, recomenda-se, à DI que, para a execução de novas redes de drenagem de esgotos residuais domésticos em locais que apresentem as limitações referenciadas ao longo deste estudo, seja ponderada a utilização de sistemas de esgotos por vácuo. A opção por estes sistemas, embora com custos ligeiramente superiores, é comprovadamente mais eficiente e fiável, permitindo um melhor desempenho das infra-estruturas e contribuindo para a preservação do meio ambiente nos locais envolventes.

Julga-se ainda pertinente recomendar a formação de técnicos da DI nesta área por forma a, se for essa a opção, os projetos de futuros sistemas idênticos poderem ser elaborados na DI.



Bibliografia

- Arquivo Técnico do CLAFADA/DI, Processos de Concurso, peças desenhadas, peças fotográficas, relatórios geotécnicos. Consultas efectuadas de Novembro de 2011 a Janeiro de 2012;
- Cheremisinoff, N P, 2002. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. EUA: Butterworth Heinemann
- Clotilde, M (2011). *Entrevista com o autor*. Estado Maior da Força Aérea, Alfragide, Lisboa, Dezembro de 2011;
- Correa, P P, 2007. *Sistema de esgoto sanitário a vácuo: avaliação económica da sua aplicação em regiões planas litorâneas e com nível de lençol freático elevado*. Tese para obtenção de título de Engenheiro Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Costa, P (CAP), 2011. *Entrevista com o autor*. Estado Maior da Força Aérea, Alfragide, Lisboa, Dezembro de 2011;
- Marques, T (COR), 2011. *Entrevista com o autor*. Estado Maior da Força Aérea, Alfragide, Lisboa, Dezembro de 2011;
- Matos, J S, 2003. Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano. *Engenharia Civil*, N.º 16. Disponível em: < <http://www.civil.uminho.pt> >; (Consult. 21DEZ11)
- Norbra, *Esgoto a Vácuo versus Esgoto à Gravidade*. Disponível em: < <http://www.norbra.com.br> >; (Consult. 20DEZ11)
- NP EN 1091:2000 – (Sistemas públicos de drenagem de águas residuais com funcionamento em vácuo), 2000
- Pedroso, V, 2004. Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas. Lisboa: LNEC
- RGSPDADAR - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto, Imprensa Nacional Casa da Moeda, Lisboa, 1995;



- Ribeiro, J, (2011). *Entrevista com o autor*. Passavant Portuguesa, Lisboa, Dezembro de 2011;
- Silva, F, (CAP), 2011. *Entrevista com o autor*. Estado Maior da Força Aérea, Alfragide, Lisboa, Dezembro de 2011;
- *Sistemas de drenagem de águas residuais*. Disponível em: < <https://dspace.ist.utl.pt> >; (Cônsul. 20DEZ11)



Anexo A - Definições

- Eficiência – Relação entre os resultados obtidos e os meios utilizados.
- Reconhecimento geotécnico do subsolo – Reconhecimento de um solo através de visitas ao local, de consulta de registros existentes sobre os solos desse local, de sondagens do terreno com perfuração e obtenção de amostras. Estes trabalhos visam o conhecimento das camadas constituintes de um solo, existência de água e propriedades mecânicas.
- Anomalias – Manifestação de problemas que comprometem o normal funcionamento das instalações.
- Manutenção – Acções e intervenções com o propósito de garantir o normal funcionamento das instalações e impedir uma prematura deterioração dos equipamentos.
- Custos de exploração – Custos associados ao funcionamento dos equipamentos constituintes dos sistemas de drenagem.



Anexo B – Estudo geotécnico dos solos a norte do DGMFA, em Alverca

SONDAGENS, CAPTAÇÕES
DE ÁGUA, REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUIFEROS,
FUNDAÇÕES E CONSOLIDAÇÕES
DE TERRENOS

SONDAGENS E FUNDAÇÕES
A. CAVACO, LDA.

EMPREENHEIROS DE OBRAS PÚBLICAS

TELEGRAMAS: A CAVACO
TELEFONES: 743545-5050
55487
ARMAZÉM E OFICINA
CARREGADO - TEL. 92-13

Direcção dos Serviços de
Infraestruturas
Direcção das Obras da B.A.11 (Beja)
Rua Martens Ferrão, 26-3ª.
L I S B O A

Vossa Referência:

Vossa Comunicação:

Nossa Referência:

R. RODRIGUEZ DA FONSECA, 82, N.º 10, LISBOA

159/63

20 JUL 63

ASSUNTO:

RELATÓRIO FINAL

Sondagens nos terrenos a norte das
OFICINAS GERAIS DE MATERIAL AERONÁUTICO
ALVERCA

Os trabalhos que nos foram adjudicados de acordo com a nossa proposta n.º. 469/63 de 8 de Julho de 1963, constaram da execução de 2 sondagens, na região de ALVERCA nos terrenos situados a norte das Oficinas Gerais de Material Aeronáutico e localizados na planta fornecida pela Exma. Fiscalização (O.G.M.A. TRITON III es escala 1/2000) com os números 5 e 16 e n/desenho n.º. 10837.

Inicialmente prevista a realização de 16 sondagens, foi posteriormente resolvido, por indicação da Exma. Fiscalização, efectuar só as duas primeiras, que designadas por P5 e P16, vão indicadas no nosso desenho n.º. 10835 que se junta.

As sondagens foram executadas com o diâmetro de 279 mm tendo atingido as profundidades de 12,20 e 17,40 metros respectivamente e atravessadas as camadas que vão indicadas no n/desenho já mencionado.

Foram realizados ainda ensaios normalizados de penetração dinâmica (Terzaghi) de dois em dois metros estando os seus resultados também indicados no referido desenho.



SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.
R. RODRIGO DA PONSECA, 82, R/C-E. — LISBOA 1
TELEFOS. 733545 59562-553873

DESTINATÁRIO	NOSSA REFERÊNCIA	DATA	PÁG.
Direcção dos Serviços de Infraestruturas	159/63	20/7/63	2

Foi encontrada água nas duas sondagens a 1,70 metros abaixo do nível do terreno.

G E O L O G I A:

Em trabalhos anteriores foram realizadas diversas sondagens destinadas a reconhecer os terrenos em que deviam assentar alguns edifícios das O. G. M. A. em Alverca (sondagens S.1 a S.5 e sondagens S.1 a S.V, etc.).

Agora, neste escalão, acabaram de ser executados mais dois furos com a designação de P.5 e P.16, situados a NNE do grupo anterior e cujos perfis vão junto.

Comparando os resultados destes dois furos com os resultados obtidos nos furos anteriores, verifica-se a existência, na área estudada, das seguintes formações geológicas, corte geológico e n/desenho nº. 10836:

Terra vegetal e aterros

A espessura desta formação é sempre fraca, não ultrapassando 2,20 m no caso da terra vegetal (S.2) e 3,30m (S.III) no caso dos aterros.

Lodos superiores "D"

Foram observados nos furos do primeiro escalão, variando a sua espessura entre 0,00 m e 6,20 m (S.1). Trata-se de lodos acastanhados, passando na base a lodos cinzentos escuros com conchas.

Areias superiores "C"

São representadas por areias lodosas, finas a grossas, com conchas e calhaus, passando lateralmente a lodos com calhaus rolados.

Esta formação, encontrada nos furos do primeiro escalão, tem uma espessura que varia entre 0,00 m e 6,00 m (S.II).

Lodos inferiores "B"

Foram encontrados em todos os furos realizados até agora. Trata-se de lodos cinzentos, mais ou menos arenosos, com conchas. A sua espessura varia de ponto para ponto, sendo maior nos furos S.I e S.II, onde atinge respectivamente 13,00m e 17,00 m.

Areias inferiores "A"

Foram encontradas nalguns furos do primeiro escalão tais como S.I e S.II e nos furos P.5 e P.16. A sua espessura máxima foi observada no furo S.I onde atinge cerca de 5,00 m. Trata-se de areias grosseiras amareladas, acastanhadas ou acin



SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.
R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R.C.E. - LISBOA 1
TELEFOS. 733545 - 59562 - 553873

DESTINATÁRIO	NOSSA REFERÊNCIA	DATA	PÁG.
Direcção dos Serviços de Infraestruturas	159/63	20/7/63	3

zentadas com calhaus rolados. A referida camada corresponde à base das aluviões flandrianas.

Complexo argilo-arenoso pleistocénico

Forma o substracto das aluviões flandrianas. Foi reconhecido na maior parte das sondagens do primeiro escalão, bem como nos furos P.5 e P.16. O furo S.II com 26,62m de profundidade não atingiu o referido complexo, tendo ficado dentro do complexo aluvial flandriano.

Nos furos do primeiro escalão trata-se de argilas mais ou menos arenosas esverdeadas, amareladas, castanhas e cinzentas claras, contendo por vezes intercalações de areias mais ou menos argilosas com calhaus rolados (furos S.4, P.5, etc.)

CONCLUSÕES:

Considerando os resultados dos diversos furos é possível tirar as seguintes conclusões:

- 1 - As aluviões flandrianas são constituídas de cima para baixo por duas alternâncias de lodos e areias superiores e de lodos e areias inferiores chegando a atingir a profundidade de 26,62 m no furo S.II.
- 2 - No perfil geológico que acompanha o presente relatório verifica-se que a maior espessura do complexo flandriano foi observada no furo S.II. Todas as camadas do referido complexo sobem progressivamente para NNE em direcção dos furos P.5 e P.16 desaparecendo as camadas superiores "C" e "D" antes de atingirem os referidos furos. Por outro lado as areias inferiores com calhaus rolados "A", não ultrapassam a Sul o fundo do antigo leito fluvial, cuja presença foi observada nos furos S.I e S.II.
- 3 - A presença de um substracto pleistocénico mais antigo, que serve de suporte as aluviões flandrianas e modernas foi evidenciada em duas áreas diferentes:
 - a) - Na área da maior parte das sondagens do primeiro escalão entre 7,50 m e 15,40 m de profundidade.
 - b) - Na área dos furos P.5 e P.16 entre 2,50 m e 7,70 m de profundidade.



SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.
R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R.C.E. — LISBOA 1
TELEFOS. 733545 59562-553873

DESTINATÁRIO	NOSSA REFERÊNCIA	DATA	PÁG.
Direcção dos Serviços de Infraestruturas	159/63	20/7/63	4

No intervalo entre estas duas áreas, existe um antigo leito fluvial bem individualizado e preenchido pelas aluviões lodosas e arenosas flandrianas, o seu fundo encontra-se a uma profundidade superior a 27 m.

O complexo pleistocénico formando o referido substracto das aluviões flandrianas não foi atravessado pelas sondagens realizadas até agora.

✓ 4 - Do ponto de vista das fundações, a área investigada pelos furos P.5 e P.16 apresenta-se com aspecto nitidamente mais favorável que a zona situada mais a sul na área dos furos anteriores.

Efectivamente verifica-se que na área situada entre os furos P.5 e P.16 a espessura dos lodos flandrianos é muito pequena, não ultrapassando 5,25 m de profundidade.

Imediatamente mais abaixo encontra-se a formação arenosa com calhaus rolados "A", situada entre 1,35 m (furo P.5) e 7,70 m (furo P.16) de profundidade.

O complexo argilo-arenoso pleistocénico, servindo de substracto as aluviões flandrianas, aparece na área investigada a partir dos 2,50 m (furo P.5) a 7,70 m (furo P.16) de profundidade.

✓ FUNDAÇÕES

Do estudo das duas sondagens realizadas e também dos elementos facultados pela Exma. Fiscalização com os resultados de sondagens anteriormente executados, julgamos aconselhável, à semelhança aliás, do que se passou com as fundações dos principais edifícios já construídos nessa zona, ir procurar para fundações, os terrenos do pleistocénico encontrados nestes perfis às cotas, em relação ao terreno, de 2,50 m (P.5) e 7,70 m (P.16).

Os ensaios de penetração dinâmica realizados nestas argilas permitem, baseados nas tabelas estabelecidas por Terzaghi & Peck, classificá-las, de acordo com o número de pancadas, em argilas muito compactas e portanto, admitir uma tensão de segurança compreendida entre 2 a 4 Kg/cm².

350/400



SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.
R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R.C.E. - LISBOA 1
TELEFOS: 733545 - 59562 - 553873

DESTINATÁRIO	NOSSA REFERÊNCIA	DATA	FOLIO
Direcção dos Serviços de Infraestruturas	159/63	20/7/63	5

Não tendo sido realizados quaisquer ensaios, apenas podemos, recorrendo a tabelas gerais, indicar para ângulo de atrito interno destas argilas, valores da ordem dos 30° a 45°.

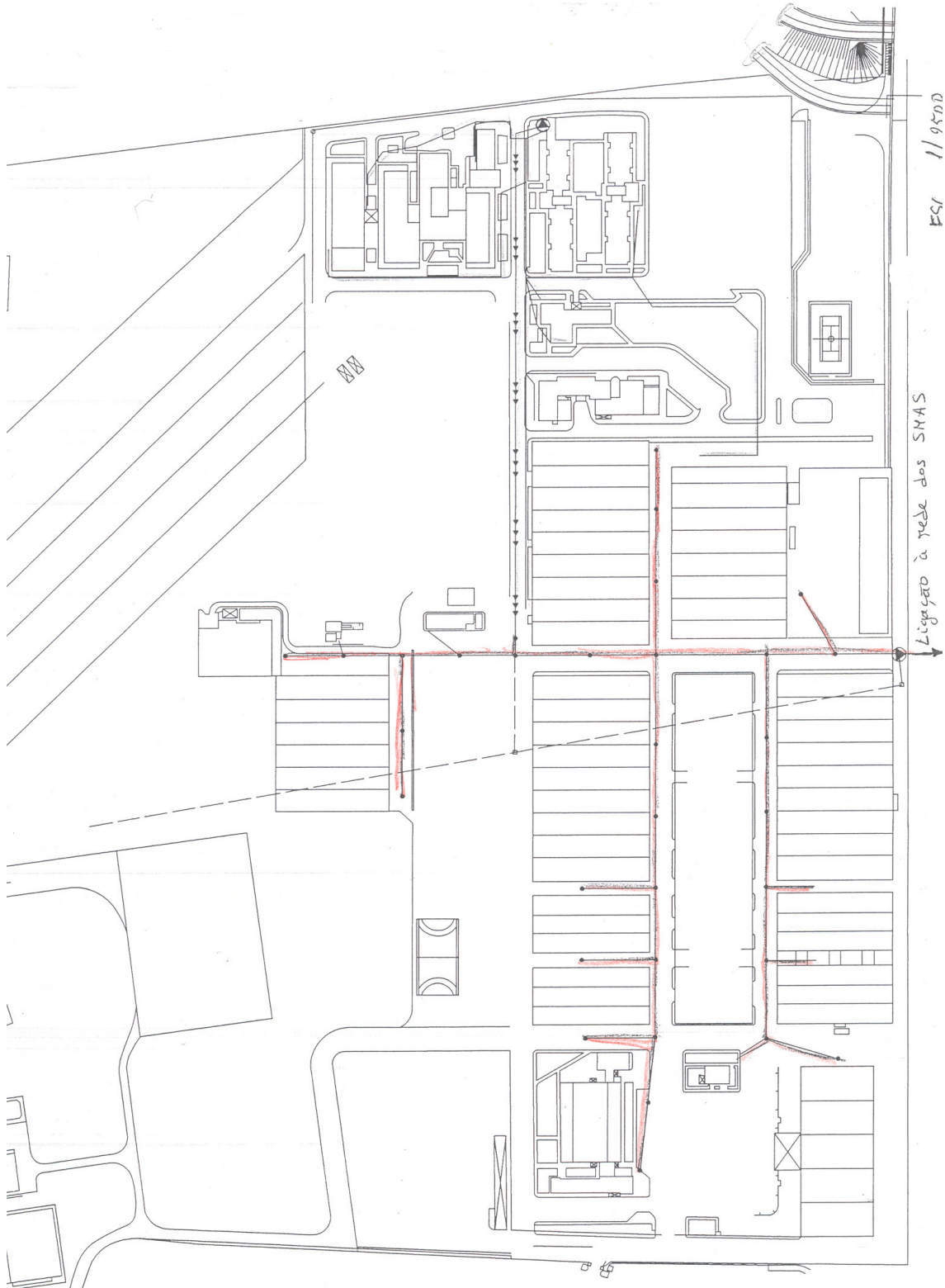
Os trabalhos que tiveram início no dia 10 de Julho de 1963, foram dados por terminados a 17 de Julho de 1963.

Sondagens e Fundações
A. Cavaco, Lda.

CM/SM



Anexo C – Estudo da nova rede de drenagem de esgotos residuais domésticos para o DGMFA, em Alverca





Anexo D – Estimativa de custos de manutenção e exploração de sistema de esgotos por vácuo para o DGMFA, em Alverca

Estimativa de Custos de Exploração (Custo Anual)

Custos com pessoal	25	€/hora							
Energia	0,15	€/KW							
Comprimento total da Rede	1200	m							
Número de Válvulas	20	un.							
Habitantes Equivalentes	1000								
Capitação	150	l/dia							
Caudal de Pico	5,21	l/s							
Pos.									
A	Consumíveis para Estação de Vácuo								
A1	Bombas de Vácuo								
Quantidade de Bombas de Vácuo	3								
Potência das Bombas de Vácuo	4	kW							
Horas de Trabalho/ano	2000	h/a	(estimado)						
a) Mudança de óleo									
Preço do óleo (1l)	17,87	€/l							
Intervalo entre mudanças de óleo	1000	h							
Numero de mudanças de óleo/ano	2,0	mudanças/ano							
Volume de óleo	2,0	x	15,0 lit x	3	Bombas =	90,00 lit	=		
Custo dos Materiais	90,0	x	17,87 €					=	1.608,30 €
b) Mudança de Filtro de óleo									
(a executar durante a mudança de óleo)									
Custo de 1 filtro de óleo	32,40	€							
Custo dos Materiais	2,0	x	3	x	32,40 €			=	194,40 €
c) Mudança de filtro de exaustão									
A cada 3 anos/ 8 unidades por bomba de vácuo									
Custo de 1 Filtro de exaustão	129	€							
Custo dos Materiais	2,7	x	3	x	129 €			=	1.032,00 €
d) Mudança de Vedantes									
Uma vez por ano									
Custo dos Materiais	32,00	€							
Custo dos Materiais	1,0	x	3	x	32,00 €			=	96,00 €
A2	Mão de obra para todas as mudanças/substituições								
Quantidade total de horas (estimativa para quantidade de horas/ano/bomba - 7,5h)						45	Horas / ano		
B Manutenção na estação de Vácuo									
a) Manutenção semanal com anotação de horas de trabalho, etc.	0,6 h / semana		52 x 0,6 h	=		31	Horas / ano		
b) Testes ao painel de controlo e funções de segurança	3 h / ano		1 x 3 h	=		3	Horas / ano		
c) Manutenção dos reservatórios / sensores capacitivos	3 h / ano		1 x 3 h	=		3	Horas / ano		
Total de horas/ ano para manutenção						37	Horas / ano		
C Manutenção das Caixas de Recolha (CR)									
Manutenção das CR (uma vez por ano)									
Tempo de manutenção por cada CR	0,25	h / ano							
Total de horas/ ano para manutenção			241 x 0,25 h	=		5	Horas / ano		
D Substituição da membrana da válvula de vácuo									
As membranas das válvulas de vácuo devem ser substituídas a cada 5 anos de operação ou ao fim de 250.000 ciclos									
Tempo para substituição de uma membrana	0,25	h							
Custos de uma membrana	13	€							
Custo dos Materiais	20	x	13 €	/	5	=		51,88 €	
Total de horas/ ano para manutenção			241 x 0,25 h / 5 a	=	1	Horas / ano			
E Substituição da unidade de controlo da válvula de vácuo									
Período para substituição da unidade de controlo									
Tempo de substituição de uma unidade de controlo	10	anos							
Custos de uma "substituição de unidade de controlo"	93,45	€							
Custo dos Materiais	93,45 €	x	20	/	10 anos	=		186,90 €	
Total de horas/ ano para manutenção			241 x 0,4 h/10	=	1	Horas / ano			
Custos totais de Consumíveis e Manutenção por ano									
									3.169,48 €
Total de horas/ ano para manutenção						89	Horas / ano		
F Custos Energéticos									
F1 Bombas de Vácuo									
Número de bombas de vácuo	3								
Bombas de reserva:	1								
Potência nominal das bombas de vácuo	4	kW							
Número de horas de operação por ano	2000	h/a	(estimado)						
Energia consumida por ano	8000	KW							



F2 Bombas de descarga

Número de bombas de descarga	2			
Bombas de reserva:	1			
Potência nominal das bombas de descarga	4	KW		Curva de funcionamento: 60%
Potência actual das bombas de descarga	2,4	KW		
Caudal unitário das bombas apr.	18,75	m ³ /h	bomba	
Caudal diário de água residual	150	m ³ /d		
Tempo de funcionamento de todas as bombas de descar	8,00	h/d		
Número de horas de operação por ano	2000	h/a	(estimado)	
Energia consumida por ano	4800	KW		

Consumo Total de Energia por ano 12800,0 KW

Custos Totais Energéticos por ano 12800,0 x 0,15 € (KW Preço local) = 1.920,00 €

Custos com Pessoal Totais por ano 89 horas x 25,00 € (custo hora) = 2.217,50 €

Custos Totais de Exploração por ano 7.306,98 €

Resumo:

Custos Totais de Consumíveis por ano: 3.169,48 €

Custos Totais Energéticos por ano: 1.920,00 €

Custos Totais Mão de Obra por ano: 2.217,50 €