

## **Manutenção Sistemática do Bloco de Rega de Faro do Alentejo - Sistema de Irrigação do Alqueva**

**João Tiago Basílio Dias**  
(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil

Orientadores:

Doutora Sandra de Carvalho Martins  
Licenciado José Carlos Saião

Júri:

Presidente: Doutora Maria Helena Teresa Teixeira Cardoso Gamboa

Vogais:

Doutora Maria Teresa Santos Viseu  
Doutora Sandra Maria de Carvalho Martins



*“Ama-se mais o que se conquista com esforço.”*

Benjamin Disraeli



## Agradecimentos

Gostaria, em primeiro lugar, de agradecer às pessoas que tornaram esta experiência de estágio curricular possível. Ao Eng.º José Carlos Saião por me proporcionar o estágio na EDIA, e ainda, disponibilizar-me o seu tempo acompanhando-me neste processo. Também a todas as pessoas que marcaram a minha estadia na empresa, nomeadamente a Salomé, Márcio, Cristiana, Pedro e o Sr. Francisco da AGS, entre outros.

Agradeço à Professora Sandra Martins pela disponibilidade demonstrada ao longo deste percurso, com inúmeras reuniões para que todo este projeto se concretizasse.

Agradeço à minha família, nomeadamente, à minha tia Maria Irene por me acolher em casa em todas as minhas deslocações a Lisboa, aos meus pais pelo apoio incondicional de todos estes anos de formação que tive e pelo exemplo que são para mim e à minha namorada pelo apoio e força que depositou em mim.

Aos meus colegas de curso, especialmente ao meu amigo Pedro Frade que foi um companheiro nesta “luta” que foi o mestrado, pelas muitas horas de estudo e de trabalhos. Aos meus amigos de Serpa e aos meus amigos Francisco e Ferdi.

A todos,

Muito Obrigado!

## Resumo

O estágio curricular a que respeita o presente documento, realizado na Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (EDIA), teve como objeto a preparação da campanha de rega do Bloco de Faro do Alentejo (Sistema de Irrigação do Alqueva), envolvendo ações de inspeção e manutenção preventiva e corretiva, o levantamento dos aspetos críticos das diferentes componentes integrantes e o acompanhamento de ensaios funcionais de alguns equipamentos. O desenvolvimento de uma proposta de um Programa de Manutenção Preventiva Sistemática aplicado ao caso de estudo, estruturado através de Fichas de intervenção, práticas e de fácil aplicação e controlo operacional, constituiu um dos objetivos centrais deste estágio curricular.

A título de enquadramento do objeto do estágio curricular, o presente documento integra uma síntese do trabalho de revisão bibliográfica desenvolvido no contexto da Manutenção, uma apresentação muito geral do Sistema Global de Rega do Alqueva e uma descrição mais detalhada das infraestruturas e equipamentos integrantes do Bloco de Rega de Faro do Alentejo. Como aspeto chave na base da construção do Programa de Manutenção Preventiva Sistemática, proposto no âmbito do presente trabalho, são listados os aspetos críticos dos diferentes componentes do sistema. Apresentam-se, por fim, os elementos construídos e propostos para parte integrante de um manual de manutenção preventiva, nomeadamente a definição da periodicidade das ações de manutenção sistemática para os diferentes componentes do Bloco de Rega de Faro do Alentejo e as Fichas de Manutenção construídas para orientar as manutenções periódicas executadas pelas equipas de manutenção, através do seguimento das etapas previstas, capazes de conduzir ao diagnóstico geral e, potencialmente, à identificação das possíveis necessidades de outro nível de intervenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Rega, Inspeção Periódica, Manutenção, Manutenção Preventiva Sistemática, Fichas de Manutenção, Programa de Manutenção.

## **Abstract**

This document concerns a traineeship, held in Alqueva Development and Infrastructures Company (EDIA). Its object focus on the preparation of the irrigation campaign in Alentejo Faro Block (Alqueva Irrigation System), which involved inspection, preventive and corrective maintenance actions, the survey of the critical aspects of the different components and monitoring of functional testing of some equipment. One of the main goals of this traineeship was centred in the development of a proposal for a Preventive Systematic Maintenance Program applied to the case study, structured through intervention sheets which should be practical and user friendly, both in the use as in the operational control.

In order to frame the object of study of this traineeship, the present document includes a summary of the literature review work in the context of Maintenance, a very general presentation of the Global Irrigation System of Alqueva and a more detailed description of the infrastructure and equipment in Irrigation block of Faro Alentejo. Critical aspects of the different system components are listed as a fundamental key aspect in the construction of the Preventive Maintenance Program Systematics, presented in this work. Lastly, built and proposed elements are presented to become part of a manual of preventive maintenance, including the periodicity of systematic maintenance actions for the different components of Irrigation Block of Faro Alentejo and Maintenance Sheets. These were designed to guide periodic maintenance carried out by maintenance teams, which involves following the steps provided and will lead to a general diagnosis and may identify the need for another level of intervention.

**KEYWORDS:** Irrigation System, Periodic Inspection, Maintenance, Preventive Maintenance Systematics, Maintenance Sheets, Maintenance Program.

# Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo .....	IV
Abstract .....	V
Índice.....	VI
Índice de Figuras .....	IX
Índice de Quadros .....	XII
Lista de Acrónimos .....	XIII
Lista de Símbolos .....	XIV
1. Introdução.....	1
1.1.    Enquadramento Geral do Tema .....	1
1.2.    Objetivos .....	2
1.3.    Estrutura do Trabalho Final de Mestrado.....	2
2. Manutenção de Sistemas Hidráulicos .....	4
2.1.    Conceito e evolução histórica da Manutenção .....	4
2.2.    Objetivos e Importância da Manutenção .....	7
2.3.    Tipos de Manutenção.....	12
2.4.    Gestão da Manutenção .....	16
2.4.1. Enquadramento Geral .....	16
2.4.2. Estrutura Organizacional .....	17
2.4.3. Níveis de Intervenção.....	19
2.4.4. Software de gestão da manutenção .....	21
2.4.5. Gestão de Stock.....	21
2.4.6. Indicadores de Manutenção .....	22
3. Descrição do Sistema e caracterização do Bloco de Rega de Faro do Alentejo (caso de estudo).....	24
3.1.    Sistema Global de Rega da EDIA .....	24
3.2.    Sistema Geral de Adução Alvito-Pisão .....	27



3.3.	Bloco de Rega de Faro do Alentejo .....	31
3.3.1.	Adução ao Reservatório de Faro do Alentejo (R2) .....	31
3.3.2.	Reservatório de Faro do Alentejo (R2) .....	32
3.3.3.	Rede de distribuição.....	35
3.3.4.	Principais culturas e rede terciária.....	37
4.	Programa de Manutenção Preventiva Sistemática para o Caso de Estudo: Bloco de Rega de Faro do Alentejo.....	39
4.1.	Enquadramento.....	39
4.2.	Caracterização Construtiva .....	40
4.2.1.	Conduatas.....	40
4.2.2.	Válvulas de Seccionamento .....	42
4.2.3.	Válvulas de controlo .....	44
4.2.4.	Descargas de Fundo .....	47
4.2.5.	Ventosas .....	48
4.2.6.	Hidrantes.....	49
4.3.	Aspetos e Anomalias Críticas.....	52
4.3.1.	Conduatas.....	52
4.3.2.	Válvulas de seccionamento.....	53
4.3.3.	Descargas de Fundo .....	53
4.3.4.	Hidrantes.....	54
4.3.5.	Ventosas .....	55
4.4.	Inventário e codificação das instalações e equipamentos .....	55
4.5.	Equipa responsável pela Manutenção Preventiva .....	56
4.6.	Programa de Manutenção Preventiva Sistemática .....	57
4.6.1.	Considerações gerais.....	57
4.6.2.	Definição de tarefas e periodicidades.....	59
4.6.3.	Aspetos gerais de conceção das Fichas de Manutenção Sistemática ....	61
4.6.4.	Proposta das Fichas da Manutenção Sistemática no Bloco de Rega de Faro do Alentejo .....	63
5.	Considerações Finais e Sugestões de Desenvolvimento Futuro .....	70

Bibliografia.....	72
Anexos .....	76
Anexo A – Imagens da Atividade do Estágio Curricular.....	77
Anexo B – Características dimensionais e construtivas da rede do Bloco de Rega de Faro do Alentejo.....	84
B.1 – Hidrantes.....	84
B.2 – Ventosas .....	85
B.3 – Válvulas de seccionamento .....	85
B.4 – Descargas de fundo .....	86
B.5 – Tubagens .....	87
Anexo C – Principais características do reservatório de Faro do Alentejo (R2) .....	88
C.1 – Características aterro .....	88
C.2 – Área inundada por volume armazenado.....	88
Anexo D – Necessidades hídricas no Bloco de Rega de Faro do Alentejo.....	89
D.1 – Modelo de ocupação adotado e necessidades anuais hídricas .....	89
D.2 – Necessidades de água por hectare .....	89
Anexo E – Características gerais do perímetro de rega de Alvito-Pisão.....	90

## Índice de Figuras

Figura 1 – Ações técnicas de Manutenção [adaptado de Piedade, 2012].....	4
Figura 2 - Evolução da Manutenção [adaptado de Brito, 2003].....	7
Figura 3 - Curva de banheira: taxa de avarias vs. fase de vida do equipamento [adaptado de IAPMEI, 1994].....	9
Figura 4 - Principais linhas de força na base do desenvolvimento das estratégias de Manutenção.....	10
Figura 5 - Esquema de avaliação dos resultados da Manutenção [adaptado de IAPMEI, 1994].....	11
Figura 6 - Importância crescente da Manutenção [adaptado de Ramos, 2010]...	11
Figura 7 - Esquema temporal da Manutenção Preventiva Sistemática [adaptado Brito, 2003].....	13
Figura 8 - Esquema temporal da Manutenção Curativa.....	15
Figura 9 - Organograma definido para o sistema da EDIA.....	18
Figura 10 – Modelos organizacionais propostos por diferentes autores: A) Ramos (2010); B) Caetano (2009); C) Pitéu (2011); D) Piadade (2012).....	19
Figura 11 – Nivelamento das intervenções de manutenção: sistema dos três níveis [adaptado Ramos, 2010].....	20
Figura 12 – Nivelamento das intervenções de manutenção: sistema de cinco níveis [adaptado Ramos, 2010].....	20
Figura 13 - Mapeamento: 1) região do Alentejo; 2) albufeira de Alqueva; 3) área de influência do regadio.....	24
Figura 14 - Barragem do Alqueva com descarregador aberto [www.edia.pt].....	25
Figura 15 - Albufeira de Alqueva.....	25
Figura 16 - Sistema de adução a barragem [www.edia.pt].....	26
Figura 17 – Sistema de adução Alvito-Pisão: 1) barragem de Alvito; 2) albufeira do Pisão (Beringel); 3) localização das albufeiras de Alvito e Pisão (assinaladas a vermelho).....	28
Figura 18 – Canal trapezoidal aberto da adução Alvito-Pisão.....	29

Figura 19 – Perímetros de rega (3), canais de adução (2) e albufeiras de Alvito (1) e Pisão (4) [www.edia.pt].....	30
Figura 20 - Comporta de Ensecadeira, para regulação da altura da água por perda de carga: 1) comporta a montante; 2) canal a jusante da comporta.....	31
Figura 21 – Esquema em planta da conduta adutora gravítica entre o canal Alvito-Pisão e o reservatório de Faro do Alentejo (R2).....	32
Figura 22 – Reservatório de Faro do Alentejo (R2): 1) planta de localização; 2) paramento montante do reservatório revestido com enrocamento <i>rip-rap</i> .....	33
Figura 23 – Descarregador de segurança do reservatório de Faro do Alentejo: 1) corte transversal do descarregador de segurança; 2) “gaiola” do descarregador de segurança.....	33
Figura 24 - Descarga de Fundo do reservatório de Faro Alentejo: 1) esquema em planta da descarga de fundo; 2) bacia de dissipação por impacto do tipo BRVI.....	34
Figura 25 – Esquema da constituição da tomada de água do reservatório de Faro do Alentejo.....	35
Figura 26 – Rede de distribuição e domínios regados no Bloco de Rega de Faro do Alentejo.....	36
Figura 27 - Culturas de regadio no Bloco de Rega de Faro do Alentejo: 1) olival regado por rega gota-gota; 2) milho regado por <i>pivot</i> .....	38
Figura 28 - Metodologia de desenvolvimento de um Programa de Manutenção Preventiva proposto em IAPMEI, 1994 (assinaladas a amarelo os domínios da atividade desenvolvida no âmbito do estágio curricular).	39
Figura 29 – Assentamento de tubagem de betão armado com alma de aço no adutor Pisão-Beja [www.alentubo.pt].....	40
Figura 30 – Tubo de betão armado com alma de aço: 1) esquema da constituição; 2) esquema da junta flexível; 3) esquema da junta soldada [www.transaqua.com.pt].....	41
Figura 31 - Tubagem de PEAD em Pedrogão com ligação electro soldada [www.prospectiva.pt].....	42

Figura 32 - Ligações nos tubos de PEAD: 1) ligação electro soldada; 2) ligação de soldadura topo a topo; 3) ligação flangeada [adaptado de <a href="http://www.agru.at/pt">www.agru.at/pt</a> e Ferraz, 2008].....	42
Figura 33 - Válvula de seccionamento do tipo borboleta, com circuito <i>bypass</i> seccionado por válvula de cunha.....	43
Figura 34 - Constituição da válvula de borboleta [ <a href="http://www.saint-gobain-canalização.com.br">www.saint-gobain-canalização.com.br</a> ].....	43
Figura 35 - Válvula de seccionamento do tipo borboleta.....	43
Figura 37 - Válvula de controlo: a) válvula de controlo num hidrante do tipo III; b) esquema da válvula de controlo com pilotos de regulação.....	45
Figura 36 – Válvula de cunha - constituição [ <a href="http://www.velaco.com.br">www.velaco.com.br</a> ].....	44
Figura 38 - Esquema do corpo da válvula de diafragma.....	46
Figura 39 - Dispositivos de controlo: a) seletor de pressão; b) registo de 3-vias; c) filtro em linha ou de dedo.....	46
Figura 40 - Válvula piloto solenóide: a) esquema da válvula piloto solenóide; b) válvula piloto solenóide com palheta.....	47
Figura 41 - Constituição da Descarga de Fundo.....	48
Figura 42 – Esquema construtivo de dois modelos de ventosas de triplo efeito..	49
Figura 43 – Ventosas do Bloco de Rega de Faro do Alentejo: a) ventosa no ponto alto de uma conduta; b) ventosa no hidrante do tipo III.....	49
Figura 44 - Esquema do Hidrante Tipo I.....	50
Figura 45 - Esquema do Hidrante Tipo II.....	50
Figura 46 - Esquema do Hidrante Tipo III.....	51
Figura 47 - Esquema do Hidrante Tipo IV.....	52
Figura 48 - Fluxograma da sequência operacional de desenvolvimento de um processo de manutenção preventiva sistemática e corretiva.....	58
Figura 49 – Bloco de identificação da intervenção e do objeto da manutenção.....	62
Figura 50 – Bloco de informações sobre a intervenção.....	63
Figura 51 - Observações finais e identificação dos técnicos.....	63

## Índice de Quadros

Quadro 1 - Indicadores financeiros da manutenção. ....	22
Quadro 2 - Indicadores operacionais da manutenção. ....	23
Quadro 3 - Tarefas e periodicidades da manutenção sistemática dos hidrantes. ....	59
Quadro 4 - Tarefas e periodicidades da manutenção sistemática das juntas de desmontagem, das ventosas e das descargas. ....	60
Quadro 5 - Tarefas e periodicidades da manutenção sistemática das válvulas de seccionamento. ....	60
Quadro 6 - Ficha de Manutenção Sistemática na boca de rega do hidrante. ....	64
Quadro 7 - Ficha de Manutenção Sistemática no corpo do hidrante. ....	65
Quadro 8 - Ficha de Manutenção Sistemática na descarga de fundo. ....	66
Quadro 9 - Ficha de Manutenção Sistemática na ventosa. ....	67
Quadro 10 - Ficha de Manutenção Sistemática nas condutas. ....	67
Quadro 11 - Ficha de Manutenção Sistemática no seccionamento de conduta com válvula de cunha. ....	68
Quadro 12 - Ficha de Manutenção Sistemática no seccionamento de conduta com válvula de borboleta. ....	69

## Lista de Acrónimos

<i>CAD</i>	<i>Desenho assistido por computador</i>
<i>EDIA</i>	<i>Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva</i>
<i>EFMA</i>	<i>Empreendimentos de Fins Múltiplos do Alqueva</i>
<i>EN</i>	<i>Norma Europeia</i>
<i>MCF</i>	<i>Manutenção Centrada em Fiabilidade</i>
<i>NP</i>	<i>Norma Portuguesa</i>
<i>NPA</i>	<i>Nível de Pleno Armazenamento</i>
<i>OT</i>	<i>Ordem de trabalhos</i>
<i>PEAD</i>	<i>Polietileno de Alta Densidade</i>
<i>SIG</i>	<i>Sistema de Informação Geográfica</i>
<i>TFM</i>	<i>Trabalho Final de Mestrado</i>
<i>TPM</i>	<i>Manutenção Produtiva Total</i>

## Lista de Símbolos

$Q_{dim}$	<i>Caudal de dimensionamento</i>
$Q_{m\acute{a}x}$	<i>Caudal máximo</i>
$R1$	<i>Reservatório Cuba Oeste</i>
$R2$	<i>Reservatório Faro do Alentejo</i>
$R3$	<i>Reservatório Cuba Este</i>
$R4$	<i>Reservatório Vidigueira</i>
$\emptyset$	<i>Diâmetro</i>



# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento Geral do Tema

A evolução registada nas últimas décadas no que concerne à dimensão e complexidade dos sistemas produtivos, às crescentes exigências de qualidade dos produtos e serviços e às crescentes preocupações de integridade ambiental fizeram da atividade de Manutenção uma abordagem estratégica (Zaions, 2003). É atualmente encarada como fator determinante na economia das empresas, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade das infraestruturas e respetivos equipamentos.

A manutenção das infraestruturas hidráulicas - tecnologia chave para uma exploração sustentada dos sistemas - visa objetivos económicos, de segurança e de fiabilidade de exploração, garantindo, através da preservação dos padrões de desempenho dos seus equipamentos, níveis produtivos elevados das infraestruturas integrantes.

No Empreendimento de Alqueva, a utilização exclusivamente sazonal das infraestruturas de irrigação - campanhas de rega nos períodos secos de maio a outubro – impõe, no sentido da garantia de elevados níveis de serviço, intervenções periódicas envolvendo ações manutenção (preventiva e corretiva), ciclicamente programadas para os períodos de interrupção do funcionamento do sistema, com o objetivo de manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança.

O presente documento, enquadrado no âmbito do Trabalho Final de Mestrado (TFM) do curso de Engenharia Civil na área de Especialização de Hidráulica, respeita ao Relatório do Estágio Curricular desenvolvido na EDIA, Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A., entre 15 de setembro de 2015 e 14 de janeiro de 2016, no âmbito do Programa de Manutenção para o Bloco de Rega de Faro.

## **1.2. Objetivos**

O estágio realizado na Empresa de Desenvolvimento de Infraestruturas do Alqueva (EDIA) conduziu à elaboração do presente relatório e teve como objetivo principal o acompanhamento da manutenção das infraestruturas instaladas no Bloco de Rega de Faro do Alentejo, e elaboração de uma proposta de Programa de Manutenção Sistemática e respetivas Fichas de Manutenção Sistemáticas adaptadas aos vários equipamentos.

O estágio curricular desenvolveu-se no sentido dos seguintes objetivos específicos:

1. identificação do Sistema Global de Rega de Alqueva e das suas infraestruturas de irrigação, das características de funcionamento hidráulico e dos principais aspetos operacionais e de exploração;
2. identificação/reconhecimento do Bloco de Rega de Faro do Alentejo: constituição, articulação funcional das diferentes infraestruturas e equipamentos;
3. acompanhamento de ações de inspeção e de manutenção preventiva e/ou corretiva e reconhecimento/identificação dos aspetos críticos das diferentes componentes integrantes do Bloco de Rega de Faro do Alentejo; acompanhamento de ensaios operacionais ou funcionais, bem como outras tarefas no âmbito de uma manutenção corretiva;
4. desenvolvimento de um Programa de Manutenção Preventiva Sistemática aplicado ao Caso de Estudo - do Bloco de Rega de Faro do Alentejo.

## **1.3. Estrutura do Trabalho Final de Mestrado**

O trabalho de final de mestrado está organizado em cinco capítulos, destacando-se três referentes ao desenvolvimento do tema e outros dois capítulos respeitantes à introdução e conclusão, respetivamente, conforme se descreve a seguir.

- **Capítulo 1 – Introdução**

Neste capítulo é apresentado o enquadramento geral do tema de estágio, são enumerados os objetivos que alinhavaram o estágio curricular e aborda-se de forma sintética a organização e estruturação do trabalho final de mestrado.

- **Capítulo 2 – Manutenção de Sistemas Hidráulicos**

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica no domínio de Manutenção, nomeadamente no que se refere a conceitos, a evolução histórica os objetivos e a respetiva importância em sistemas hidráulicos. Abordam-se ainda os tipos de manutenção, bem como os principais aspetos da gestão da manutenção.

- **Capítulo 3 – Descrição do Sistema e caracterização do Bloco de Rega de Faro do Alentejo (caso de estudo)**

Neste capítulo é feita uma descrição geral do sistema de distribuição de água, para fins de rega, construído e gerido pela EDIA. Aborda-se primeiro lugar o sistema global, particularizando-se para o sistema geral de adução Alvito-Pisão e em seguida para o Bloco de Rega de Faro do Alentejo (caso de estudo).

- **Capítulo 4 – Programa de Manutenção Preventiva Sistemática para o Caso de Estudo: Bloco de Rega de Faro do Alentejo**

Neste capítulo desenvolve-se uma caracterização construtiva dos diferentes órgãos e componentes integrantes do Bloco de Rega de Faro do Alentejo e listam-se as respetivas anomalias típicas. Por fim é então apresentado o Programa de Manutenção Preventiva Sistemática proposto, no âmbito do presente trabalho.

- **Capítulo 5 – Considerações Finais e Sugestões de Desenvolvimento Futuro**

Desenvolve-se a apreciação do Estágio Curricular e das mais-valias formativas. Apresenta-se uma síntese do trabalho desenvolvido e as sugestões para prosseguimento futuro.

## 2. Manutenção de Sistemas Hidráulicos

### 2.1. Conceito e evolução histórica da Manutenção

As infraestruturas e todos os equipamentos integrantes estão sujeitos, ao longo da sua exploração, a processos de desgaste ou degradação<sup>1</sup>, desviando-se as respetivas condições das condições normais de operacionalidade. As reparações, as substituições de peças, os apertos, a calibração, as mudanças de óleo, as lubrificações, as limpezas e as pinturas são, entre muitas outras, ações técnicas de Manutenção<sup>2</sup> dos equipamentos (Figura 1) que visam contrariar ou atrasar os processos de degradação e repor os adequados níveis da sua operacionalidade.



Figura 1 – Ações técnicas de Manutenção [adaptado de Piedade, 2012].

Diferenças subtis no conceito de Manutenção são reconhecidas na bibliografia da especialidade. Brito (2003) entende-a como o conjunto de ações que permitem manter ou controlar o estado original de funcionamento de um equipamento ou infraestrutura, através de intervenções oportunas e corretas com um custo global controlado. Já Souza (2004) considera-a como uma atividade de gestão e execução, que visa garantir a

<sup>1</sup>Degradação - Evolução irreversível de uma ou mais características de um bem relacionado com a passagem do tempo, a duração de utilização ou uma causa externa. (EN NP 13306:2007)

<sup>2</sup>Manutenção - Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mante-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida. (EN NP 13306:2007)

máxima disponibilidade<sup>3</sup> das infraestruturas e/ou dos equipamentos integrantes de uma forma confiável, bem como o desempenho mínimo esperado, tendo em conta a segurança humana e integridade ambiental. Mais recentemente, Ramos (2010) define-a como o conjunto de ações realizadas ao longo da vida útil<sup>4</sup> dos equipamentos, de forma a manter a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e segurança. A norma europeia EN NP 13306:2007 define Manutenção como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.

A importância da Manutenção começa a ser considerada a partir da revolução industrial em meados do século XVIII. A crescente dependência dos equipamentos, acompanhada da crescente exigência e expectativa de fiabilidade refletiu-se numa evolução relevante da forma como se tem encarado a manutenção (Pitéu, 2011).

Na perspetiva histórica (Figura 2), a manutenção traduziu-se, numa 1ª fase até meados do séc. XX, por uma abordagem exclusivamente curativa. Consistia em deixar operar o equipamento até ocorrência de uma avaria<sup>5</sup> para então proceder à sua reparação. Esta estratégia de manutenção evoluiu, posteriormente, no sentido da maximização da vida útil dos equipamentos e sistemas e da minimização de custos, princípios orientadores da designada manutenção de 2ª geração, que se estendeu até meados da década de 80. Nesta altura, por efeito das crescentes expectativas de confiabilidade, disponibilidade, integridade ambiental, segurança dos sistemas, face às potencialidades oferecidas pelos instrumentos e técnicas de monitorização e controlo (equipamentos e sistemas informáticos), surge então a manutenção de 3ª geração. Esta atual abordagem da manutenção orienta-se no sentido da garantia de uma maior disponibilidade e confiabilidade dos sistemas, maior segurança, melhor qualidade dos produtos, proteção ambiental e maximização da vida útil dos equipamentos (Moubray, 2000).

A manutenção de 1ª geração foi, conforme anteriormente referido, unicamente curativa. As intervenções nos equipamentos eram limitadas às situações em que os equipamentos já não apresentavam capacidade para executar as suas funções

---

<sup>3</sup>Disponibilidade – Aptidão de um bem cumprir uma função requerida sob determinadas condições, num dado instante e ou durante um dado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários recursos externos. (EN NP 13306:2007)

<sup>4</sup>Vida Útil - Intervalo de tempo, que sob determinadas condições, começa num dado instante e termina quando a taxa de avarias se torna inaceitável ou quando o bem é considerado irreparável na sequência de uma avaria ou por outras razões pertinentes. (EN NP 13306:2007)

<sup>5</sup>Avaria - Cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida. (EN NP 13306:2007)

(nomeadamente quando avariavam ou partiam), eram realizadas pelo pessoal geralmente não habilitados e uma vez que se centravam exclusivamente na resolução do problema, sem uma perspetiva conjunta do sistema onde o equipamento se inseria, dificilmente conduzia à verdadeira causa da avaria (Brito, 2003; Souza, 2004).

O grande incremento na competitividade das empresas registado na segunda metade do séc. XX, fortemente relacionado com o aumento na procura de bens consumo, levou a que as perdas de produção trouxessem graves consequências às empresas. As interrupções devido a avarias ou quebras, considerados até esta altura como naturais e inevitáveis, passaram a ser encaradas como situações que estrategicamente se impunha evitar, pois os custos de reparação eram relevantemente agravados pelos custos da não produção. O espaço para avarias ficou diminuto e criou-se a consciência de que estas poderiam e deveriam ser evitadas com intervenções antecipadas e planeadas, nascendo assim a Manutenção Preventiva<sup>6</sup> (Souza, 2004; Pitéu, 2011).

Atualmente, a manutenção de 3ª geração é encarada como processo de engenharia que procura a excelência continuada e é parte integrante da gestão do seu funcionamento dos sistemas (Souza, 2004; Pitéu, 2011). Uma gestão assistida por computador traduz-se na capacidade de realizar estratégias de manutenção<sup>7</sup> preventiva periódicas e encoraja as inspeções planeadas. Os sistemas informáticos de gestão da manutenção permitem a gestão e o controlo das tarefas de manutenção, a produção automática de ordens de trabalho e o controlo do inventário e possibilita também a recolha, o tratamento e o armazenamento de toda a informação relacionada com os equipamentos. Também as potencialidades decorrentes dos desenvolvimentos registados ao nível da instrumentação permitem, nos dias que correm, outro nível de controlo operacional dos equipamentos e identificação de potenciais avarias. Paralelamente, com a consciência ambiental, as empresas começaram a atribuir relevante importância a aspetos como a durabilidade<sup>8</sup>, a segurança e a integração das infraestruturas e dos equipamentos no meio ambiente. A preocupação com os custos integrados e eficiência dos investimentos integra igualmente a filosofia de abordagem da manutenção de 3ª geração.

---

<sup>6</sup>Manutenção Preventiva – Manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem. (EN NP 13306:2007)

<sup>7</sup>Estratégias da manutenção - Método de gestão para atingir os objetivos da manutenção. (EN NP 13306:2007)

<sup>8</sup>Durabilidade – Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, de acordo com condições de utilização e manutenção especificadas, até que seja atingido um estado limite. (EN NP 13306:2007)

Enquadrados nesta 3ª geração, novos modelos tem surgido: a Manutenção Centrada em Fiabilidade<sup>9</sup> (MCF), nos Estados Unidos, e a Manutenção Produtiva Total (TPM), no Japão. A primeira (MCF) é um modelo de manutenção muito influenciado pela segurança dos equipamentos e baseado em procedimentos usados na aeronáutica, assentes no conhecimento das probabilidades de falha em períodos específicos da vida dos componentes. Já a TFM obedece a uma filosofia de integração de toda a empresa (operadores, técnicos de manutenção e supervisores) na identificação das causas e na resolução das avarias ou funcionamentos deficientes dos equipamentos (Piedade, 2012)

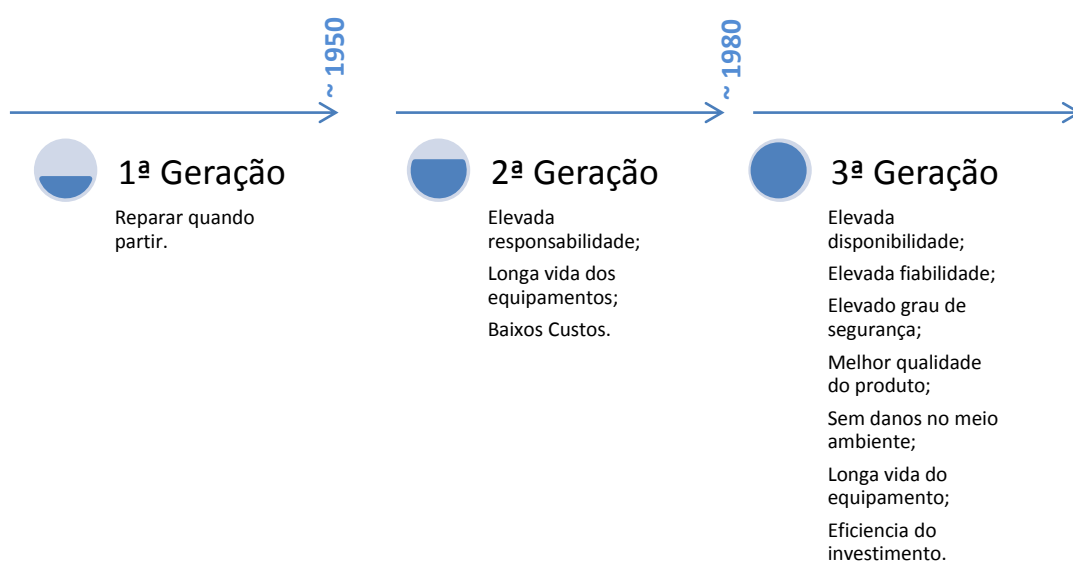


Figura 2 - Evolução da Manutenção [adaptado de Brito, 2003].

## 2.2. Objetivos<sup>10</sup> e Importância da Manutenção

Contribuindo para uma maior conservação dos recursos existentes e para a redução do desperdício, a manutenção é atualmente considerada uma premissa do desenvolvimento sustentado. A obtenção de níveis produtivos elevados das infraestruturas e equipamentos, nas melhores condições de qualidade, custo, disponibilidade e segurança, constitui o objetivo geral da manutenção (Brito, 2003). São seus objetivos específicos:

<sup>9</sup>Fiabilidade – Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo. (EN NP 13306:2007)

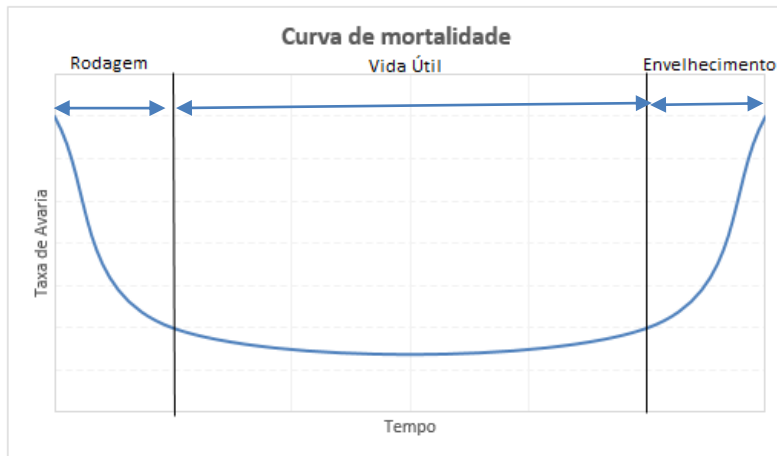
<sup>10</sup>Objetivo da Manutenção - Metas fixadas e aceites para as atividades de manutenção. (EN NP 13306:2007)

- Obter o máximo rendimento dos investimentos feitos em instalações e equipamentos, prolongando ao máximo a sua vida útil e minimizando os períodos de imobilização, interrupção ou paragem de produção;
- Otimizar os níveis de produção e reduzir ao mínimo os desperdícios;
- Reduzir os custos de exploração, nomeadamente os custos de energia e outros custos operacionais decorrentes de situações de emergência ou avaria;
- Minimizar os tempos de intervenção através de um adequado planeamento e preparação dos trabalhos;
- Reduzir as reclamações do serviço prestado pelas infraestruturas;
- Prevenir situações de risco de acidente, de poluição ambiental e de insalubridade e aumentar o nível de segurança global das infraestruturas e seus equipamentos.

Focada em manter ou repor, em todo o ciclo de vida das infraestruturas e equipamentos, a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade e segurança, a manutenção assegura elevados níveis de satisfação dos serviços.

A longevidade da vida útil das infraestruturas e equipamentos é marcadamente influenciada pela qualidade da manutenção. O esquema apresentado na Figura 3 relaciona a fase da vida do equipamento com a taxa de avarias. O período de funcionamento inicial (fase de rodagem) decorre sob controlo da qualidade do equipamento instalado e caracteriza-se por acentuado decréscimo da taxa das avarias, tipicamente relacionada com erros de projeto, falha de montagem e construção, ou defeitos de qualidade dos componentes incorporados. Segue-se um período de maturidade dos equipamentos (vida útil) com uma ocorrência aleatória de avarias a que se pretende refletida numa taxa de avarias praticamente constante e num patamar desejavelmente muito reduzido. Uma adequada manutenção assegura a maximização da longevidade desta fase, adiando o surgimento dos fenómenos de degradação (típicos do envelhecimento), sempre refletidos em taxas de avarias progressivamente crescentes.





**Figura 3 - Curva de banheira: taxa de avarias vs. fase de vida do equipamento [adaptado de IAPMEI, 1994].**

A inexistência de uma manutenção controlada conduz a perdas de produtividade devido a maus rendimentos dos equipamentos, a paragens frequentes dos sistemas produtivos, a acidentes e avarias graves, refletindo-se ainda numa má imagem empresarial. O desenvolvimento sustentável das empresas exige políticas de manutenção controlada dos equipamentos e infraestruturas, apresentando-se esta como um dos vetores fundamentais da economia das empresas (Brito, 2003; Ramos, 2010).

Na Figura 4 esquematizam-se as principais linhas de força na base do desenvolvimento das estratégias de manutenção. São elas a segurança, a qualidade, os custos e a disponibilidade. Uma estratégia ideal de manutenção corresponderia à otimização simultânea dos referidos fatores, cujos interesses são frequentemente contrários. Na realidade, cabe à gestão da manutenção encontrar o compromisso mais satisfatório entre as diferentes linhas de força e as restrições empresariais.



**Figura 4 - Principais linhas de força na base do desenvolvimento das estratégias de Manutenção.**

Através de verificações periódicas de tolerâncias e folgas dos equipamentos, de adequados procedimentos de operação de mecanismos de regulação e controlo, da calibração programada de todos os instrumentos de medição e controlo, a manutenção tem uma intervenção relevante nos sistemas de melhoria de qualidade dos serviços prestados. Também no domínio da gestão eficiente da energia a manutenção assume um papel significativo, na medida em que lhe compete detetar e corrigir todas as situações que conduzam ao baixo rendimento dos equipamentos ou ao desperdício de energia, combustíveis e lubrificantes. A atividade de manutenção contribui ainda, positivamente, na defesa ambiental, nomeadamente através de práticas tendentes a reduzir fugas ou perdas dos sistemas, bem como na higiene, na saúde e na segurança, criando condições adequadas de limpeza, temperatura e humidade, que potenciam a longevidade dos equipamentos e infraestruturas.

Em síntese, a manutenção afeta positivamente o desempenho e a disponibilidade de serviço do equipamento ou das infraestruturas acarreta contudo custos de funcionamento. Compensando porém os seus custos através de possíveis benefícios diretos (proveitos próprios decorrentes de serviços prestados a terceiros) mas, sobretudo, através dos benefícios indiretos relacionados com a melhoria da rentabilidade dos serviços prestados, a manutenção deve, na perspetiva económica, ser encarada não como um custo, mas antes como um investimento.

Em qualquer sistema, para poder inferir sobre os resultados económicos da manutenção, é necessário conhecer os proveitos próprios da manutenção se os houver, os custos diretos e indiretos que lhe estão associados e, ainda, os custos da não manutenção (Figura 5). Estes são difíceis de quantificar e devem traduzir as potenciais perdas de receita associada à falta de manutenção.

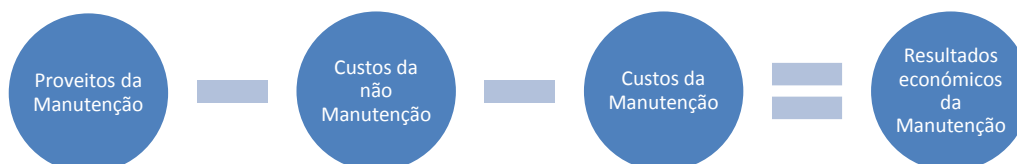


Figura 5 - Esquema de avaliação dos resultados da Manutenção [adaptado de IAPMEI, 1994].

As crescentes exigências de melhoria de qualidade dos serviços prestados pelas infraestruturas e equipamentos, as crescentes imposições de segurança dos sistemas, a crescente consciencialização das necessidades de proteção ambiental e conservação de recursos, associadas à crescente competitividade de mercado, têm determinado uma importância crescente da manutenção, sendo atualmente encarada como vetor fundamental da economia das empresas (Figura 6). O contínuo avanço tecnológico e a introdução de novos materiais sintéticos deram origem a uma enorme diversidade dos processos produtivos, requerendo técnicas qualificadas e modelos de manutenção ajustados à tecnologia dos equipamentos, ao tipo de produção e ao regime de laboração.

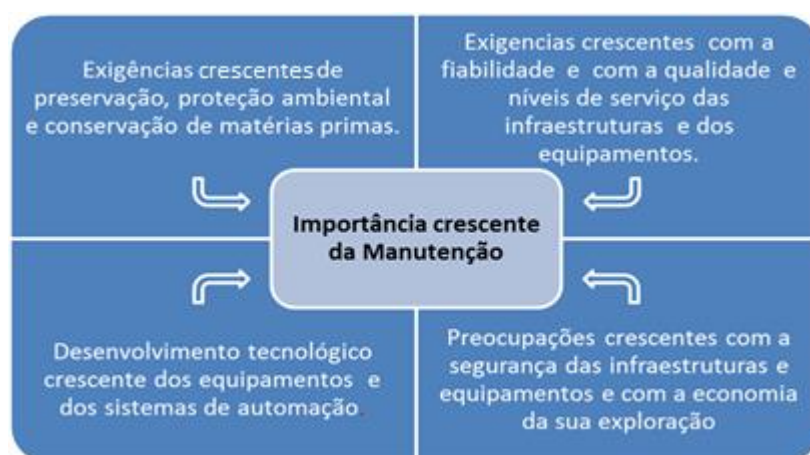


Figura 6 - Importância crescente da Manutenção [adaptado de Ramos, 2010].

### **2.3. Tipos de Manutenção**

A diversidade de perspectivas quanto às tipologias da manutenção encontradas na bibliografia técnica da especialidade é elevada. No sentido de precisar conceitos das classificações correntemente considerados, desenvolve-se neste item uma diferenciação sistematizada, utilizando como base as definições constantes na EN NP 13306:2007.

- **Manutenção Preventiva**

EN NP 13306:2007: “*Manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem*”.

Visa antecipar-se a qualquer avaria através de intervenções programadas e planeadas. A planificação constitui o modo mais barato e eficaz de evitar a deterioração rápida dos equipamentos, evitando a escalada nos custos diretos de intervenção e resultantes de paragens ou mau funcionamento do equipamento (Mouta, 2011). Trata-se de uma estratégia de manutenção pró-ativa, com atuações periódicas e atempadas, visando a prevenção de problemas. O planeamento das intervenções preventivas, para além das previsões temporais (data e duração da intervenção), envolve também a definição detalhada das ações, das máquinas e ferramentas, consumíveis (peças e materiais) e recursos humanos (equipas), permitindo uma previsão antecipada e controlada dos custos envolvidos.

As crescentes exigências de desempenho dos sistemas levaram Flores (2003) a propor que as necessidades de manutenção preventiva sejam consideradas nas decisões dos diferentes intervenientes (donos de obra, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, fabricantes) e nas diferentes fases do sistema nomeadamente desde o projeto.

- **Manutenção Preventiva Sistemática**

EN NP 13306:2007: “*Manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização mas sem controlo prévio do estado do bem*”.

A Manutenção Preventiva Sistemática é caracterizada por ações de manutenção com repetição em intervalos de tempo fixados, planeadas para períodos de paragem programada, sem necessidade de interrupções na produção. Estas intervenções são normalmente de baixo custo e asseguram a melhor utilização dos equipamentos e infraestruturas até à intervenção seguinte. Como principal desvantagem, o facto das substituições de peças serem em geral efetuadas antes do limite da respetiva vida útil. Brito (2003) e Souza (2004) referem ainda a maior possibilidade do risco de avaria por erro humano devido à frequência que caracteriza as ações de manutenção sistemática.



Figura 7 - Esquema temporal da Manutenção Preventiva Sistemática [adaptado Brito, 2003].

- **Manutenção Preventiva Condicionada**

EN NP 13306:2007: “*Manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes*”.

Este tipo de manutenção requer que os equipamentos estejam sobre supervisão regular (contínua ou periódica) por instrumentos de medição. Detetada um registo anómalo sinalizado ou não por alarme de aviso (desgaste, vibração, pressão, temperatura, aceleração, intensidade de corrente, caudal, entre outros)

é procurada a origem do problema, avaliada a gravidade das consequências e analisada a tendência de evolução, no sentido da previsão do tempo disponível até à potencial falha<sup>11</sup>, informação essencial para planeamento da intervenção

As intervenções são decididas em função do diagnóstico e do estado do equipamento, sendo fator decisivo o período de tempo até à próxima intervenção de manutenção, as causas diretas de avaria e a eventual necessidade de informação adicional para definição da solução de intervenção.

Este tipo de abordagem permite a deteção precoce da anomalia evitando eficientemente a falha do equipamento. Exige equipas tecnicamente especializadas com capacidade de diagnóstico e análise crítica das medições, inspeções rigorosas e um controlo constante dos equipamentos. Desenvolvidas na transição entre o funcionamento normal do equipamento e o início do mau funcionamento (significativa probabilidade de falha), contribuem para aumentar a longevidade dos equipamentos, controlar de forma mais eficaz as peças em reserva, o custo de reparação e a produtividade.

A Manutenção Corretiva e Curativa são efetuadas após a constatação de uma anomalia ou de indícios que conduzam à mesma, com o objetivo de restabelecer as condições que permitam ao equipamento cumprir a sua missão.

- **Manutenção corretiva**

EN NP 13306:2007: “*Manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida*”.

Trata-se de uma manutenção exclusivamente corretiva com ações de reparação conduzidas após ocorrência de avarias. Enquadra todas as intervenções decorrentes de avarias não prevenidas, com o exclusivo objetivo de reposição de melhores condições de funcionamento do sistema. É uma atividade planeada, pelo facto que após a análise da avaria a urgência da reparação o permite.

---

<sup>11</sup> Em Falha – Estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à manutenção preventiva ou outras ações programadas, ou devida à falta de recursos externos. (EN NP 13306:2007)

- **Manutenção Curativa**

A Manutenção Curativa tem em geral um carácter de urgência (não programada) exige rapidez de atuação de modo a minimizar o tempo de imobilização ou interrupção de produção, podendo obrigar ao recurso a trabalho extraordinário. Visa repor os padrões de funcionamento normais do sistema após avaria, e sempre que possível deve ser efetuada em períodos em que a indisponibilidade ou paragem dos equipamentos em reparação tenha reduzido impacto na produção e nos custos.

É considerada uma manutenção não programada ou não planeada, com intervenções de reparação conduzidas após ocorrência de avarias (Figura 8), por pessoal técnico especializado (com experiência e formação) e a qualidade da correção introduzida é o seu objetivo imediato na intervenção.



Figura 8 - Esquema temporal da Manutenção Curativa.

Diversos autores acrescentam ou desenvolvem o sistema de classificação aplicável às ações de manutenção pela EN NP 13306:2007, considerando outros subdomínios classificativos. A título de exemplo refira-se a Manutenção Preventiva de Rotina considerada por Brito (2003) e Souza (2004), a Manutenção Melhorativa considerada por Ramos (2010), Pitéu (2011) e Caetano (2009) e no âmbito da Manutenção Corretiva a diferenciação baseada nos objetivos imediatos da manutenção, nomeadamente relativa às manutenções de carácter paliativo (“Desenrascar”) e curativa (“Reparar”) considerada em Mouta (2011) e Piedade (2012).

- A manutenção preventiva de rotina<sup>12</sup> (segundo Januário, 2004) enquadra procedimentos simples de manutenção (limpezas, inspeções visuais, apertos, substituição de pequenas peças ou acessórios), acarretando custos reduzidos e podendo ser efetuada de uma forma continuada.
- A manutenção melhorativa enquadrando todas as ações de manutenção que visam melhorar a eficiência e fiabilidade dos equipamentos ou infraestruturas.
- A manutenção paliativa, executada após a ocorrência de avarias, tem como objetivo imediato a reposição do funcionamento das instalações ou equipamentos, ficando a resolução final da avaria adiada para uma altura menos crítica ou mais conveniente em termos de exploração dos sistemas.

## **2.4. Gestão da Manutenção**

### **2.4.1. Enquadramento Geral**

A EN NP 13306:2007 define gestão da manutenção como “*todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e responsabilidades respeitantes à manutenção e que implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos*”.

Como princípios orientadores, a atividade da Gestão da Manutenção visa: manter o inventário e o histórico dos equipamentos e infraestruturas; controlar as falhas e monitorizar permanentemente os equipamentos (indisponibilidades, paragens, etc.); avaliar continuamente o estado e a rentabilidade dos equipamentos e controlar os custos; gerir os *stocks* da manutenção e desenvolver previsões dos consumos de peças e materiais; organizar os planos de calibrações e inspeções; organizar o plano de manutenção preventiva; gerir as equipas de manutenção e fiscalizar as atividades de manutenção efetuadas por serviços contratados exteriormente.

No caso da EDIA, a gestão da manutenção está a cargo do seu Departamento de Exploração das Infraestruturas de Rega (Departamento que enquadrou o estágio curricular realizado). Esta área da Empresa coordena e controla a concretização dos programas de manutenção que são desenvolvidos pelos técnicos pertencentes ao

---

<sup>12</sup>Manutenção de Rotina - Atividades elementares de manutenção regulares ou repetitivas, que geralmente não requerem qualificações, autorizações ou ferramentas especiais. (EN NP 13306:2007)



departamento de exploração. O treino e a qualificação da mão-de-obra envolvida é essencial para garantir um adequado envolvimento e participação do executante na solução dos problemas e na sugestão de soluções de melhoria.

Tratando-se de sistema de distribuição de água para rega, a atividade de gestão da manutenção visa o cumprimento de todas as disposições legais de segurança dos sistemas, a adequada gestão energética (sistemas elevatórios), a máxima disponibilidade dos equipamentos e infraestruturas, a qualidade ambiental e a qualidade do serviço de fornecimento e da água distribuída. Para efeitos de decisões estratégicas e planeamentos, a gestão da manutenção organiza as informações, recompila dados, elabora estatísticas e analisa resultados. Neste contexto, são elementos basilares os fluxogramas organizacionais, a codificação dos materiais e equipamentos, os *softwares* de gestão de manutenção e de *stocks*, e, também, os indicadores da eficiência da atividade de manutenção.

#### **2.4.2. Estrutura Organizacional**

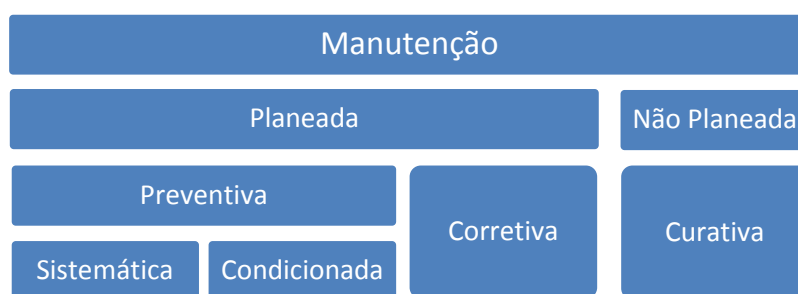
No contexto empresarial compete à manutenção assegurar, num ambiente planeado, a continuidade do funcionamento da produção/serviço com níveis elevados de qualidade, com foco nas seguintes expectativas económicas:

- menores custos diretos, por efeito da maior produtividade do trabalho planeado e porque prever e controlar avarias custa três vezes menos do que as reparar;
- menor imobilizado em peças de reserva, uma vez que num ambiente planeado é possível a minimização do *stock* de peças e materiais necessários;
- economia de energia, por efeito do melhor rendimento dos equipamentos;
- outras intangíveis, relacionadas com o aumento da qualidade dos serviços e com a minimização das quebras na produção, dos acidentes de trabalho e do impacto ambiental.

Através de uma gestão eficiente da manutenção é maximizado o contributo positivo na rentabilidade geral da empresa, controlando gastos e situando o nível da manutenção no patamar do equilíbrio custo/benefício.

Várias são as estruturas organizacionais da manutenção propostos ou apresentados na bibliografia da especialidade. Num 1º nível organizacional são frequentemente consideradas as duas formas distintas da atividade de manutenção, nomeadamente a planeada e não planeada.

A manutenção planeada enquadra todas as tarefas de manutenção com periodicidades fixadas, como a lubrificação, a regulação, a substituição ou a revisão geral, assume um carácter preventivo e/ou corretivo e visa minimizar o número de paragens não planeadas (com quebras na produção ou serviço) e os custos envolvidos com trabalho extraordinário. Na manutenção não planeada enquadra-se, em geral, as intervenções curativas, levadas a cabo após ocorrência de avarias não prevenidas e em geral com carácter de urgência. Esta diferenciação corresponde ao 1º nível da estrutura organizacional da área da Manutenção da EDIA- Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, onde foi desenvolvido o Estágio Profissional que enquadrou este Trabalho Final de Mestrado (Figura 9).



**Figura 9 - Organograma definido para o sistema da EDIA.**

Num terceiro nível da referida estrutura organizacional, a EDIA considera, 2 subdomínios de atividade de manutenção preventiva: a manutenção sistemática e a manutenção condicionada. A primeira (sistemática) enquadrando as ações de manutenção planeadas e executadas com periodicidades fixas, nomeadamente durante os períodos de paragem ou interrupção do serviço de rega (em geral de novembro a abril) e a segunda (manutenção condicionada) todas as intervenções de manutenção despoletadas por medições (periódicas ou contínuas) no contexto do controlo, supervisão ou vigilância de funcionamento dos equipamentos.

Outros modelos organizacionais, apresentados na Figura 10, aparentam uma certa divergência dos conceitos inerentes à classificação dos diferentes tipos de manutenção. Essa divergência é espelhada nas diferentes perspetivas de enquadramento das manutenções corretivas, curativas e, também, melhorativas. Ramos (2010), Pitéu (2011) e Piedade (2012) integram as intervenções corretivas no contexto da Manutenção Planeada. Os dois primeiros autores integram as ações curativas no contexto da Manutenção Não Planeada. Piedade (2012) considera as manutenções curativas e paliativas como subdomínios da manutenção corretiva planeada.

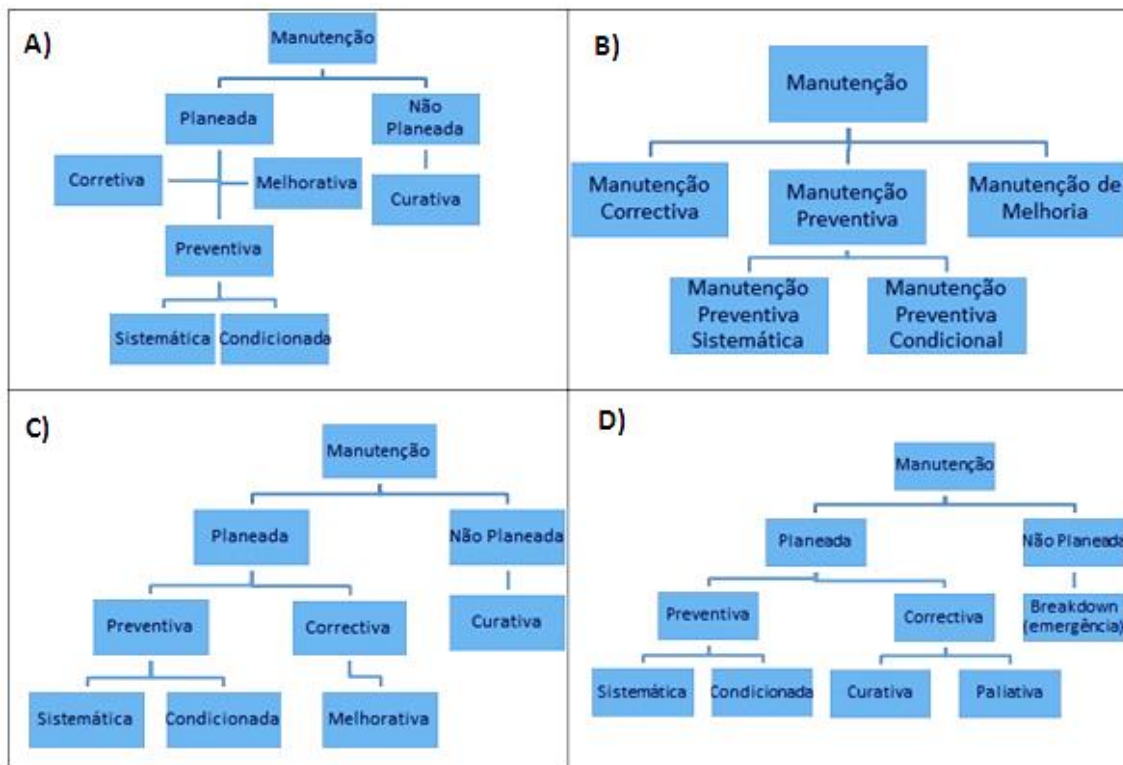


Figura 10 – Modelos organizacionais propostos por diferentes autores: A) Ramos (2010); B) Caetano (2009); C) Pitéu (2011); D) Piadade (2012).

### 2.4.3. Níveis de Intervenção

Duas metodologias distintas são habitualmente consideradas na diferenciação entre níveis de intervenção de manutenção, aspeto de particular interesse na perspetiva da gestão da manutenção. A referida diferenciação assenta fundamentalmente no grau de exigência dos processos tecnológicos requeridos, dos equipamentos e da capacidade técnica do pessoal executante.

Uma das metodologias (Figura 11) considera apenas “3 níveis” de intervenção, enquadrando na 1ª linha as intervenções desenvolvidas com equipa própria e nos restantes níveis as intervenções executadas através de contratos de manutenção especializados ou contratos e protocolos com entidades especializadas. Outra das metodologias, requerendo a montante, uma forte estrutura humana e técnica que consiga gerir o processo, considera 5 níveis de intervenção (Figura 12)

Trata-se da metodologia classificativa aplicada em sistemas de abastecimento de água pela complexidade dos mesmos e diversidade de tipos de infraestruturas e equipamentos (hidráulicos, mecânicos, elétricos, etc.).

- **Métodos dos 3 Níveis**

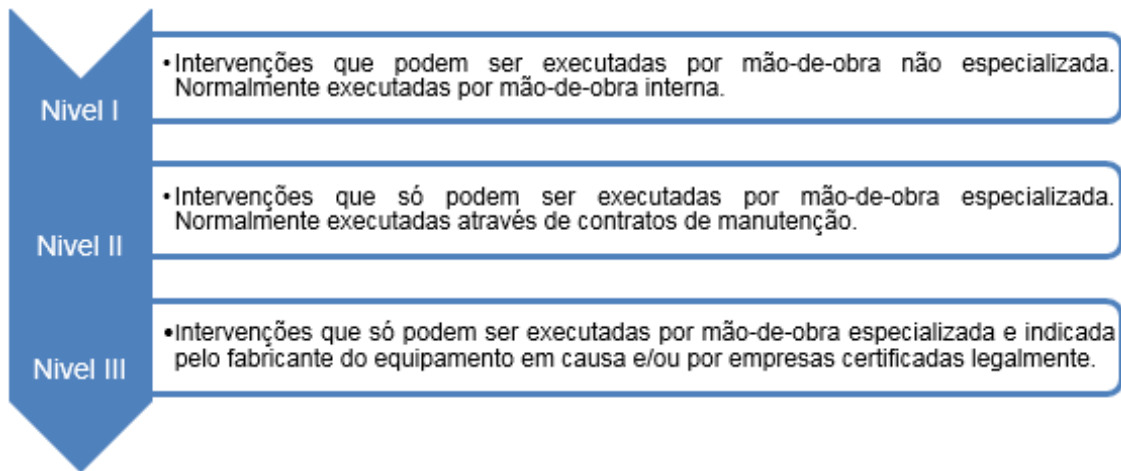


Figura 11 – Nivelamento das intervenções de manutenção: sistema dos três níveis [adaptado Ramos, 2010].

- **Método dos 5 Níveis**

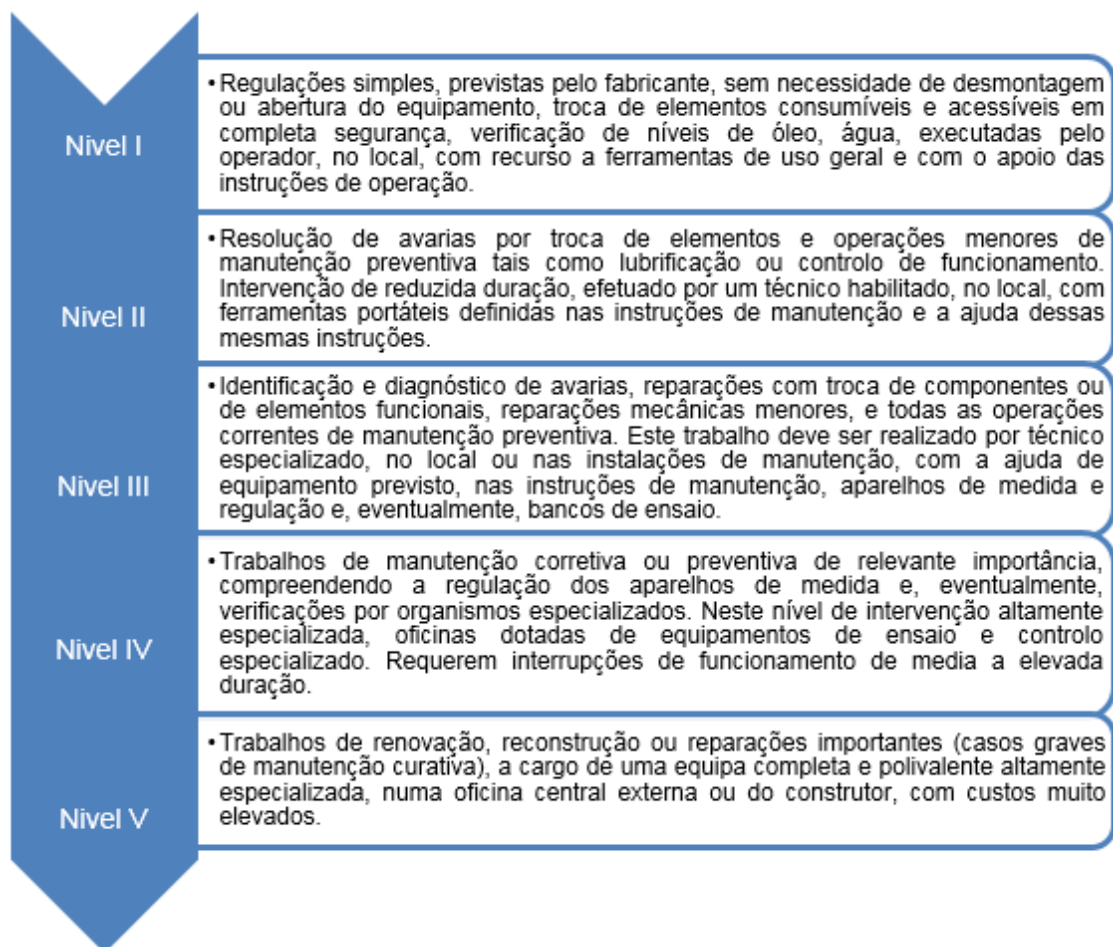


Figura 12 – Nivelamento das intervenções de manutenção: sistema de cinco níveis [adaptado Ramos, 2010].

#### **2.4.4. Software de gestão da manutenção**

O *software* de gestão da manutenção é um instrumento essencial no planeamento, na implementação e controlo das ações de manutenção preventiva e corretiva e, também, na gestão de ativos e controle dos *stocks*.

Em geral, asseguram o acesso, em tempo real, a informações precisas sobre os diferentes equipamentos integrantes do sistema (custos dos equipamentos, datas de compra, garantias do fornecedor, desenhos CAD e os manuais de uso e manutenção) e sobre os materiais de manutenção, possibilitando ainda a computação dos indicadores de rentabilidade e performance da Manutenção (número de avarias, taxa de avarias, etc.).

Permitem assim manter o inventário do sistema e equipamentos (registos, codificações, características técnicas, instruções e requisitos de manutenção preventiva, especificações de consumíveis, peças e materiais, etc.) e manter o seu histórico, essencial na contínua monitorização e controlo as falhas. O *software* assegura ainda grande eficiência na atividade de gestão das equipas e dos trabalhos de manutenção, na previsão dos consumos de peças e materiais, no controlo dos custos e, também, na organização de planos de calibração e de inspeção<sup>13</sup>.

Em termos da gestão dos trabalhos de manutenção o *software* permite, em geral, a elaboração e a renovação automática de ordens de trabalho sistemáticas, o planeamento e o reporte das intervenções (tempos de manutenção, de reparação, de indisponibilidade por avaria, o esforço em horas/homem, os materiais aplicados e os custos).

#### **2.4.5. Gestão de Stock**

Uma das componentes fulcrais para a execução das ações de manutenção é a gestão das peças e dos materiais, pois influencia a eficiência e a produtividade das atividades de manutenção. O material que se pode considerar essencial para ter em *stock* são as ferramentas e os recursos materiais necessários para execução dos trabalhos, como as peças de desgaste sobressalentes<sup>14</sup> (não recuperáveis).

---

<sup>13</sup>Inspeção – Controlo de conformidade realizado através de medições, observações, testes ou calibrações das características significativas de um bem. (EN NP 13306:2007)

<sup>14</sup>Peças Sobressalentes - Bem destinado a substituir um bem correspondente, com vista a restabelecer a função requerida de origem. (EN NP 13306:2007)

A existência de *stocks* de peças e ferramentas de qualidade e quantidade adequada leva a que a execução de operações seja feita num período de tempo oportuno, reduzindo o tempo de interrupção de serviço. A qualidade das peças sobressalentes é um aspeto fundamental na gestão de *stocks*, medido através do custo de compra pelo tempo de vida útil da peça, pois é importante ter um bom comportamento funcional com longa duração. A quantidade mínima de peças e ferramentas a ter em armazém é um dos objetivos da gestão económica dos *stocks*.

Os custos de *stock* compreendem os custos de aquisição, de posse de *stock* e de rutura de *stock*. O custo de aquisição engloba o custo de aquisição do produto e transporte até ao armazém. O custo de posse de *stock* respeita ao valor do empate de capital (enquanto a peça ou ferramenta se encontra parada) e às despesas de armazenagem (custo do armazém). O custo de rutura de *stock* corresponde ao valor associado à inexistência de peças ou materiais exigidas na reparação. (Pitéu, 2011)

#### **2.4.6. Indicadores de Manutenção**

Os indicadores de manutenção servem para avaliar as estratégias de manutenção instaladas na empresa. Indicam se existe conformidade com os objetivos definidos para a manutenção e verificam desvios que obriguem a tomar ações corretivas na estratégia. É necessário escolher criteriosamente os indicadores que permitam obter um retrato fiel da realidade que se pretende controlar, devendo englobar o mais possível da totalidade da atividade de manutenção. Entre outros, refiram-se os indicadores incluídos nos Quadro 1 e Quadro 2 [adaptado de IAPMEI (1994) e Mouta (2011)].

**Quadro 1 - Indicadores financeiros da manutenção.**

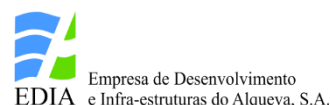
Índice Primário da Manutenção	$\frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Valor do Imobilizado Sujeito à Manutenção}}$
Representatividade do negócio	$\frac{\text{Custo Total da Manutenção}}{\text{Valor Total de Vendas}}$
Índice da Manutenção Preventiva	$\frac{\text{Custo da Manutenção Preventiva}}{\text{Valor Total da Manutenção}}$
Índice da Manutenção Corretiva	$\frac{\text{Custo da Manutenção Corretiva}}{\text{Valor Total da Manutenção}}$
Custo Horário da Manutenção	$\frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Número de Horas de Manutenção}}$

Quadro 2 - Indicadores operacionais da manutenção.

Intensidade da Manutenção Preventiva	$\frac{\text{Total de Horas Gastas em Manutenção Preventiva}}{\text{Total de Horas Gastas em Manutenção}}$
Intensidade da Manutenção Corretiva	$\frac{\text{Total de Horas Gastas em Reparação de Avarias}}{\text{Total de Horas Gastas em Manutenção}}$
Disponibilidade dos Equipamentos	$1 - \frac{\text{Total de Imobilização por Razões de Manutenção}}{\text{Tempo Máximo de Operação}}$
Eficácia da Manutenção	$\frac{\text{Tempo Total de Operação}}{\text{Tempo Total de Manutenção}}$
Tempo Médio entre Avarias	$\frac{\text{Tempo Total de Operação}}{\text{Número de Avarias}}$
Tempo Médio de Reparação de Avarias	$\frac{\text{Tempo de Reparação de Avarias}}{\text{Número de Avarias}}$

### 3. Descrição do Sistema e caracterização do Bloco de Rega de Faro do Alentejo (caso de estudo)

#### 3.1. Sistema Global de Rega da EDIA



A Empresa de Desenvolvimento de Infraestruturas do Alqueva, S.A., conhecida por EDIA, criada em 1995, é uma empresa do setor empresarial do Estado. A função principal da empresa é conceber, executar, construir e explorar o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA<sup>15</sup>). Este empreendimento promove o desenvolvimento social, a preservação do ambiente e dinamização da economia na região do Alentejo (Figura 13), mais propriamente nos distritos de Beja, Évora, Portalegre e Setúbal abrangendo cerca de 20 concelhos. São desenvolvidas ações de gestão que potenciam o território, pela valorização dos recursos hídricos e que promovem o regadio. A estratégia base da empresa centra-se no recurso Água, na sua venda e distribuição, aumentando a produção e rentabilizando os investimentos criados pelos agricultores.

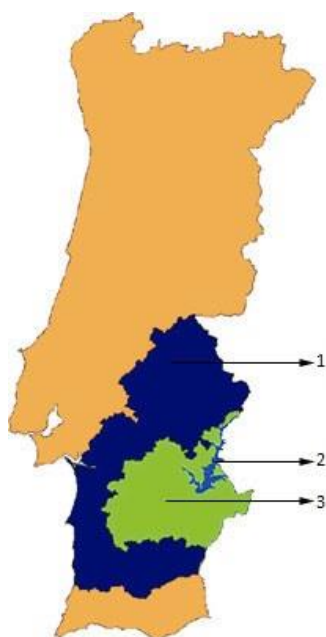


Figura 13 - Mapeamento: 1) região do Alentejo; 2) albufeira de Alqueva; 3) área de influência do regadio da EDIA.

<sup>15</sup>O EFMA é um projeto centrado na barragem de Alqueva, que é considerada a maior reserva estratégica de água da Europa.





Figura 14 - Barragem do Alqueva com descarregador aberto [www.edia.pt].

O EFMA é constituído por um conjunto de infraestruturas agrupadas de armazenamento, adução e distribuição de água sendo a albufeira de Alqueva a principal fonte de água do empreendimento (Figura 14). A partir desta interligam-se várias barragens, garantindo a disponibilidade de água, mesmo em períodos de seca extrema, a uma área aproximada de 10 000 km<sup>2</sup>, divididos pelos distritos de Beja, Évora e Setúbal.



Figura 15 - Albufeira de Alqueva.

A albufeira de Alqueva (Figura 15) é o maior lago artificial da Europa com um comprimento de 83 km, e está situada nos concelhos de Moura, Portel, Mourão, Reguengos de Monsaraz e Alandroal, perfazendo uma área de cerca de 250 km<sup>2</sup>. Este reservatório tem uma capacidade total de armazenamento de 4 150 milhões de m<sup>3</sup> (aproximadamente 4 km<sup>3</sup>), sendo que 3 150 milhões de m<sup>3</sup> (3 km<sup>3</sup>) do volume total são utilizáveis em exploração normal.



Figura 16 - Sistema de adução a barragem [[www.edia.pt](http://www.edia.pt)].

A EDIA faz a gestão, a manutenção e a conservação do Sistema Global de Rega do Alqueva, nomeadamente na rede primária, com 382 km de extensão, correspondendo o sistema de adução entre barragens e/ou reservatórios de regularização (Figura 16) e da rede secundária, sistema de distribuição de água ao regante (do reservatório de regularização até às bocas de rega) com 1 620 km. O Sistema Global de Rega é também constituído por 69 barragens, reservatórios e açudes, 47 estações elevatórias e 5 centrais mini hídricas. Este sistema divide-se em três subsistemas, de acordo com as diferentes origens de água, nomeadamente:

- subsistema de Alqueva:
  - tem origem de água na albufeira de Alqueva;
  - com início a partir da estação elevatória dos Álamos (eleva a água a uma altura de 90 m, numa conduta com 850 m de comprimento e 3,2 m de diâmetro);
  - a água elevada tem o destino as albufeiras dos Álamos (que garantem a distribuição de água a todo o subsistema de Alqueva);
  - distribuindo-se depois para as barragens do Loureiro, de Monte Novo, Alvito, Pisão e Roxo, através de canais de adução interligados;
  - abrange uma área total regada de cerca de 64 000 ha, com um total de 8.619 prédios abrangidos, dividindo-se pelos aproveitamentos hidroagrícolas de Monte Novo, Loureiro-Alvito, Alfundão, Alvito-Pisão, Pisão, Ervidel, Cinco Reis-Trindade e Ferreira, Figueirinha e Valbom.

- subsistema do Ardila:
  - o início é na estação elevatória de Pedrógão/margem esquerda;
  - é composto por um conjunto de 15 barragens ou reservatórios, mais de 60 km de rede primária e cerca de 270 km de condutas na rede secundária, 6 estações elevatórias e uma central mini-hídrica;
  - os aproveitamentos hidroagrícolas integrados são os da Orada-Amoreira, de Brinches, de Brinches-Enxoé e de Serpa, abrangendo uma área total regada de 30 000 ha.
  
- subsistema de Pedrógão:
  - é originado na Estação Elevatória de Pedrógão/Margem Direita;
  - tem um total de 9 barragens ou reservatórios, 3 estações elevatórias, e cerca de 42 km de extensão de rede primária e aduções;
  - abrange uma área total regada de 24 500 ha, dividido pelos aproveitamentos hidroagrícolas de Baleizão-Quintos, São Pedro-Baleizão e Pedrogão-Selmes.

Os reservatórios de regularização e o sistema adutor garantem o transporte de água para a região criando condições, não só para o fornecimento de água às infraestruturas secundárias de rega, mas também cria alternativa para reforço do abastecimento público (trata-se de uma região deficitária em recursos hídricos). Os aproveitamentos hidroagrícolas ou perímetros de rega são apoiados por sistemas de telegestão, garantindo a informação atualizada à EDIA ao momento e garantem ao agricultor a água que necessita para a sua exploração.

### **3.2. Sistema Geral de Adução Alvito-Pisão**

A área de rega beneficiada pelo sistema de adução Alvito-Pisão (cerca de 8 990 ha) situa-se no distrito de Beja e distribui-se pelos concelhos de Alvito, Beja, Cuba e Vidigueira. Este sistema tem origem na albufeira criada pela barragem do Alvito (barragem gravítica com 48,5m de altura e 1105 m de comprimento), no concelho de Cuba, e estende-se para sul ao longo de 36km até à barragem do Pisão (concelho de Beja) (Figura 17).



**Figura 17 – Sistema de adução Alvito-Pisão: 1) barragem de Alvito; 2) albufeira do Pisão (Beringel); 3) localização das albufeiras de Alvito e Pisão (assinaladas a vermelho).**

O sistema desenvolve-se fundamentalmente em canal (96% da sua extensão total) com inclinação constante de 0,194 m/km, alimentando no seu trajeto o adutor Cuba-Vidigueira e os 4 reservatórios de regularização do abastecimento aos 4 blocos de rega integrantes do perímetro de rega Alvito-Pisão, nomeadamente, Cuba Oeste, Faro, Cuba Este e Vidigueira. Os reservatórios de Cuba Oeste (R1) e Faro (R2) são alimentados por derivação direta a partir do canal, sendo que a adução aos reservatórios de Cuba Este (R3) e da Vidigueira (R4) é efetuada pelo adutor Cuba-Vidigueira. Estes 4 reservatórios constituem os órgãos de fronteira ou interface entre a infraestrutura primária (sistema adutor Alvito-Pisão) e as infraestruturas secundárias de cada bloco de rega.

Em termos muito gerais o Adutor Alvito-Pisão tem 36 km de extensão:

- com 93% em canal trapezoidal aberto (taludes laterais inclinados a 1:1,3) (Figura 18);
- com 3% em canal retangular coberto, de vão duplo (construídos em "cut-and-cover");
- com 4% em sifão, constituídos por tubos paralelos de betão armado com alma de aço, dotadas de descarga de fundo.



Figura 18 – Canal trapezoidal aberto da adução Alvito-Pisão

A tomada de água na albufeira do Alvito ( $Q_{dim}=40.25 \text{ m}^3/\text{s}$ ) é constituída por uma estrutura de betão armado com dois vãos, controlados por comportas de segmento, manobradas por servomotores hidráulicos e por comportas ensecadeiras de corredeira.

O circuito hidráulico de derivação do caudal a partir da albufeira dispõe de uma bacia de dissipação (tipo III do BUREC) e de uma estrutura de transição para canal trapezoidal - trecho inicial do canal adutor Alvito-Pisão. Esta infraestrutura adutora (Figura 19) desenvolve-se, ao longo dos seus 36km em 5 trechos com características diferenciadas, variando as alturas de escoamento nos canais entre 3,5 m no trecho de montante (trecho1) e 2,7 m no seu trecho de jusante (trecho 5):

- trecho 1 – em canal trapezoidal aberto (largura de rasto=3,0m), estende-se ao longo de cerca de 9,4 km de traçado sinuoso em planta, entre a barragem do Alvito e a derivação para o circuito hidráulico de Barras/Odivelas onde efetua uma entrega de  $6,25 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- trecho 2 – com cerca de 9,5 km, atravessa uma zona menos acidentada entre as derivações para o circuito Barras/Odivelas e para o adutor de Cuba-Vidigueira onde efetua uma entrega de  $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Possui 3 três troços em canal trapezoidal aberto (8,5 km; largura de rasto=3,0 m), um troço em sifão (1km,  $3 \times \text{Ø}2500$ ) e um troço em canal retangular coberto (50m, largura de rasto= $2 \times 4,35$  m);
- trecho 3 – com 1,4 km, entre as derivações para o adutor de Cuba-Vidigueira e para o reservatório R1 do sub-bloco de Cuba-Oeste (onde entrega  $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ),

apresenta dois troços de canal trapezoidal aberto (1,3 km, largura de rasto=3,0 m) e um troço em sifão (100m, 3xØ2500);

- trecho 4 – entre as derivações para R1 e R2 (reservatório do bloco de Faro), tem um desenvolvimento total de cerca de 6,1 km e o seu traçado segue a linha de cumeada entre as bacias hidrográficas do rio Sado e do rio Guadiana. Desenvolve-se em canal trapezoidal aberto ao longo de 6 km (largura de rasto=2,5 m), sendo o canal coberto em dois troços de curto desenvolvimento (0,1 km; largura de rasto=2x3,8m). Efetua uma entrega de 3,1 m<sup>3</sup>/s (Q<sub>máx</sub>) na derivação para R2;
- trecho 5 – entre a derivação para R2 e a barragem do Pisão, tem cerca de 9,5 km de extensão, com quatro troços em canal trapezoidal aberto (8,8 km, largura de rasto=2,5 m) e três troços curtos em canal retangular coberto (0,7 km; largura de rasto=2x3,8m). Transporta, até à barragem do Pisão, um caudal de 21,40 m<sup>3</sup>/s.



Figura 19 – Perímetros de rega (3), canais de adução (2) e albufeiras de Alvito (1) e Pisão (4) [www.edia.pt].

A infraestrutura primária de adução Alvito-Pisão tem associado um conjunto de estruturas e equipamentos que asseguram a sua exploração, como as tomadas de água no canal, as comportas de regulação dos trechos (Figura 20), os descarregadores de emergência e descargas de fundo do canal.



Figura 20 - Comporta de Ensecadeira, para regulação da altura da água por perda de carga:  
1) comporta a montante; 2) canal a jusante da comporta.

A estrutura de derivação para a albufeira do Pisão é constituída por uma comporta plana vertical junto à espalda esquerda do canal seguida de um curto canal retangular (2,0m x1,0m) e transição para conduta.

A função principal dos reservatórios é a regularização do serviço de abastecimento a todos os regantes: período diário de alimentação aos reservatórios de 24 horas e fornecimentos à rega em períodos diários de 16 a 20 horas.

Os reservatórios da Cuba Oeste (R1), Cuba Este (R3) e Vidigueira (R4) possuem associadas estações elevatórias. O reservatório de Faro (R2), com uma área de inundação da ordem dos 4,5 ha tem uma capacidade máxima de armazenamento de 59,5 dam<sup>3</sup> e alimenta uma rede gravítica de baixa pressão para fornecimento das necessidades de rega a 1544 ha.

### **3.3. Bloco de Rega de Faro do Alentejo**

#### **3.3.1. Adução ao Reservatório de Faro do Alentejo (R2)**

Ao km 17 338 do canal de adução Alvito-Pisão situa-se a tomada de água para alimentação direta a R2 (59,5 dam<sup>3</sup> de capacidade) - um canal de derivação em secção retangular equipado com comportas de corredeira para regulação dos caudais e medidor de caudal do tipo ultrassónico. Localizado a cerca de 700 m do canal, o reservatório R2 é alimentado por gravidade através conduta em betão com alma de aço, Ø 1500 (Figura 21).

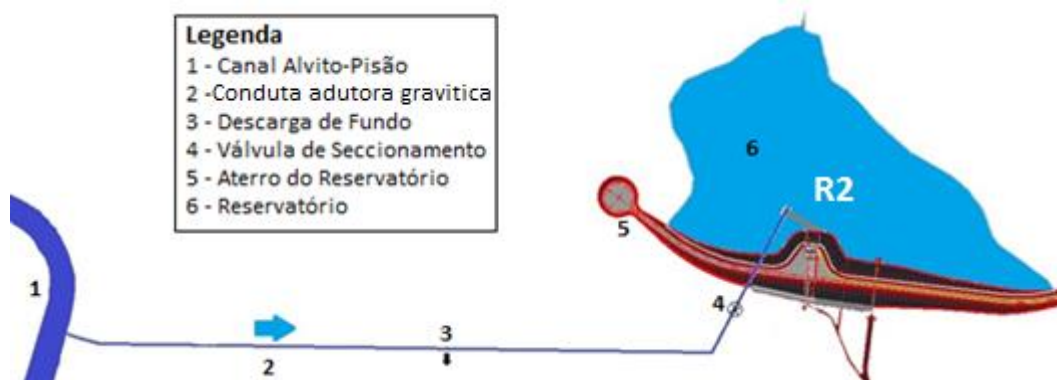


Figura 21 – Esquema em planta da conduta adutora gravítica entre o canal Alvito-Pisão e o reservatório de Faro do Alentejo (R2).

A capacidade de adução máxima a R2 - quando neste reservatório é atingido o nível mínimo de exploração - é de 3,10 m<sup>3</sup>/s, sendo nula quando o reservatório atinge o seu nível de pleno armazenamento (NPA). A uma distância de 340 m do canal, a conduta apresenta um ponto baixo no seu perfil longitudinal, com descarga de fundo, efetuada a partir de uma derivação flangeada (Ø 400) e válvula de cunha elástica (Ø 200), dispendo ainda nessa secção da conduta de uma entrada de homem Ø 600, tamponada por flange cega. Na sua extremidade jusante, a conduta dispõe de uma válvula de seccionamento do tipo borboleta Ø 1200 equipada com atuador elétrico e alojada numa câmara de betão armado. Em situação de rotura da conduta, a atuação desta válvula impedirá o esvaziamento do reservatório.

A extremidade de jusante da conduta está ligada à estrutura de entrada de água em R2 - câmara em betão armado que permite a dissipação da energia.

### **3.3.2. Reservatório de Faro do Alentejo (R2)**

O reservatório natural R2 (Figura 22), criado por uma barragem de aterro com 7,60 m de altura acima da fundação e 420m de coroamento. O seu paramento de montante (1:3) está protegido por enrocamento (*rip-rap*) com diâmetro médio de 0,20 m, numa camada com espessura igual a 0,40 m e o paramento de jusante (1:2,5) com gramíneas plantadas numa camada de terra vegetal com 0,20 m de espessura. Esta infraestrutura de armazenamento é servida dos respetivos órgãos de segurança e exploração, nomeadamente: descarregador de superfície, descarga de fundo e tomada de água.



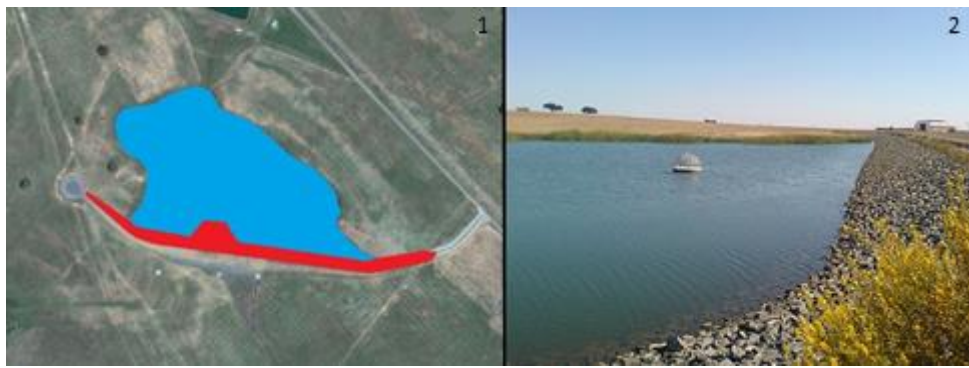


Figura 22 – Reservatório de Faro do Alentejo (R2): 1) planta de localização; 2) paramento montante do reservatório revestido com enrocamento *rip-rap*.

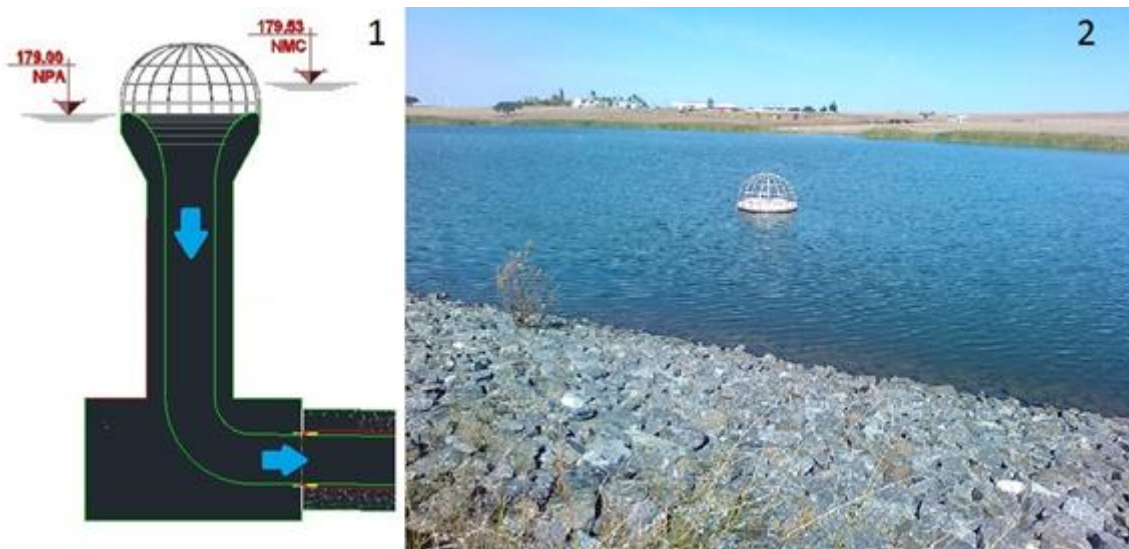


Figura 23 – Descarregador de segurança do reservatório de Faro do Alentejo: 1) corte transversal do descarregador de segurança; 2) “gaiola” do descarregador de segurança.

O descarregador de superfície (Figura 23) é um descarregador em poço, com soleira de controlo circular em planta (descarregador do tipo “tulipa”). Sendo a bacia hidrográfica muito reduzida, a ponta cheia para um período de retorno de 1 000 anos, é inferior ao caudal de adução e, por isso o descarregador de superfície foi dimensionado para um caudal máximo idêntico ao caudal de adução,  $3,10 \text{ m}^3/\text{s}$ , descarregado com uma altura de água sobre a crista da ordem de  $0,50 \text{ m}$ .

O poço e a conduta da descarga de superfície têm um diâmetro de  $800 \text{ mm}$ , dispondo a jusante de uma estrutura de dissipação do tipo BRVI do *Bureau Reclamation* dos Estados Unidos da América.

A descarga de fundo deste reservatório partilha parte do circuito da tomada de água, nomeadamente até à derivação situada a 38,0 m da entrada. Dispõe de válvulas murais de diâmetro 200 mm e comportas tipo corrediça. A conduta de descarga, Ø250 e 13,0 m de comprimento, tem intercalada uma válvula de seccionamento tipo borboleta com sedes planas, de comando manual e uma junta de desmontagem, terminando a jusante numa bacia de dissipação por impacto do tipo BRVI (dimensões interiores com 2,0 m de comprimento por 1,5 m de largura (Figura 24)). Estima-se o tempo total requerido para esvaziamento total do reservatório em cerca de 2,5 dias.

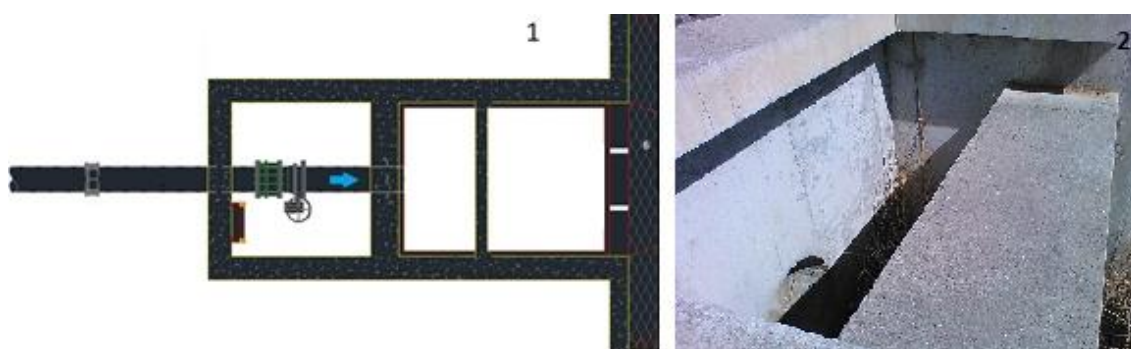


Figura 24 - Descarga de Fundo do reservatório de Faro Alentejo: 1) esquema em planta da descarga de fundo; 2) bacia de dissipação por impacto do tipo BRVI.

A tomada de água (Figura 25) nesta albufeira compreende:

- i. canal retangular de aproximação – conduz o caudal derivado aos dois vãos dotados de comportas vagão, a montante das câmaras de tomada de água;
- ii. comportas de vagão – têm a função de seccionar ou abrir totalmente as câmaras de tomada de água (não são reguladoras de caudal). Constituídas por chapa face plana com uma área de 1,50x1,50 m<sup>2</sup> e são manobradas por atuador elétrico.
- iii. grelhas metálicas – instaladas a jusante das comportas vagão, com painéis de 1,50 x 1,50 m<sup>2</sup> tem a função de proteção do sistema de filtração montado a jusante;
- iv. sistema de filtração – constituído por dois tamisadores do tipo banda transportadora de duplo fluxo, para retenção das partículas sólidas em suspensão na água captada em R2, garantindo um grau de filtração de 1,5 mm. O caudal máximo filtrado por cada tamisador é de 1,84 m<sup>3</sup>/s (3,68/2 m<sup>3</sup>/s). Os

painéis de filtração tem igual dimensão (altura máxima = 6,70 m; largura útil = 3,2 m), possuem uma malha 1,5 mm x 1,5 mm e a sua colmatação é controlada por equipamento ultrassónico, sendo emitido alarme quando a perda de carga atinge 0,35 m. A lavagem dos filtros por jatos de água (*back-washing*) é efetuada quando a perda de carga atinge valores entre os 0,10 m e 0,20 m;

- v. válvulas murais – instaladas nas duas câmaras dos tamisadores, protegem orifícios circulares com 200 mm de diâmetro. São equipamentos que integram a descarga de fundo do reservatório e constituídas por comportas do tipo corrediça com dupla estanquidade manobradas por volante;
- vi. comporta ensecadeira – a jusante das câmaras dos tamisadores, de funcionamento manual e com idênticas características às comportas de entrada nas câmaras de tomada de água.
- vii. conduta a jusante – alimentadora da rede de distribuição.

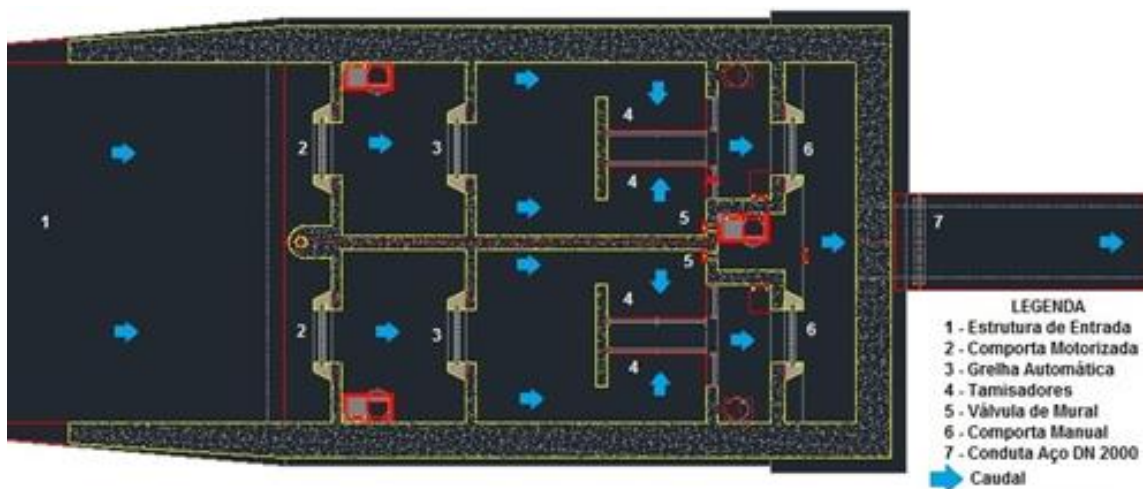


Figura 25 – Esquema da constituição da tomada de água do reservatório de Faro do Alentejo.

### **3.3.3. Rede de distribuição**

A rede de distribuição gravítica, com origem na captação em R2, tem uma extensão total de 12 867 m, abastece um total de 15 hidrantes, onde são estabelecidos as tomadas de interligação com os ramais de alimentação a 27 bocas de rega ao serviço dos 27 prédios agrícolas integrantes deste sub-bloco de rega (Figura 26). Trata-se de um sistema de distribuição a baixa pressão, sendo a pressão mínima de 3,5 bar para pequena

propriedade e 4,3 bar em grande propriedade. Integram a rede de distribuição: condutas, câmaras válvulas, ventosas, descargas de fundo e hidrantes.

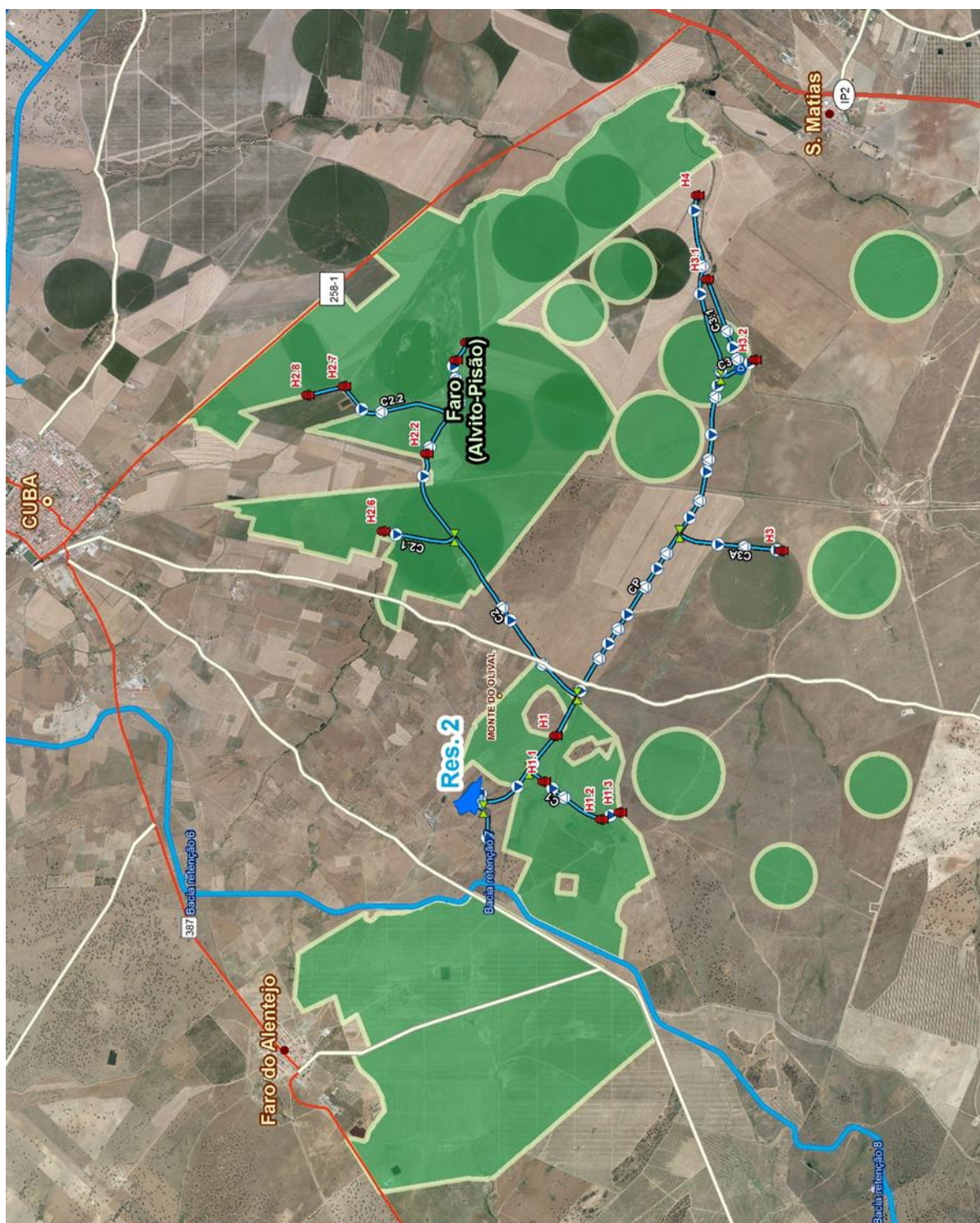


Figura 26 – Rede de distribuição e domínios regados no Bloco de Rega de Faro do Alentejo.

As condutas na rede de rega são em polietileno de alta densidade (19 %) para diâmetros até 500 mm e em betão armado pré-esforçado com armadura de aço (81 %) para

diâmetros superiores a 500 mm. Os acessórios utilizados nas condutas são em ferro fundido dúctil flangeado e as ligações através de “*stub-end*” soldado e flange louca em aço. Nas condutas em betão armado utilizam-se acessórios do mesmo material, betão armado, ou em aço. As condutas foram instaladas com um recobrimento mínimo igual a 1,0 m.

A rede de distribuição dispõe de 7 válvulas de seccionamento alojadas em câmaras e é servida por 19 ventosas e 24 descargas de fundo (com válvulas de cunha flangeada, de comando manual, com um diâmetro mínimo de 65 mm). Os 15 hidrantes, órgãos hidráulicos de fronteira entre a rede coletiva e as instalações de rega individuais, controlam o serviço de entrega da água aos regantes através das válvulas de controlo dotadas de contadores volumétricos, limitadores de caudal e reguladores de pressão. As bocas de rega integram os hidrantes, efetuando a ligação da rede à parcela.

O Bloco de rega de Faro do Alentejo é servido por quatro tipos de hidrantes, alojados em câmara pré-fabricada em betão com acesso pela cobertura (tipo I) ou em caixa de betão armado (tipos II, III e IV).

As bocas de rega disponibilizam caudais até 310 m<sup>3</sup>/h. As unidades de rega foram definidas para áreas de rega máximas de 65 ha no caso de grandes propriedades e áreas de rega máximas de cerca de 5 ha, agrupando um máximo de 6 agricultores no caso de pequena propriedade.

A rede de distribuição é servida de um sistema de controlo e monitorização de todos os elementos constituintes da rede, em tempo real (telegestão), sendo as bases de dados criadas partilhadas pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG).

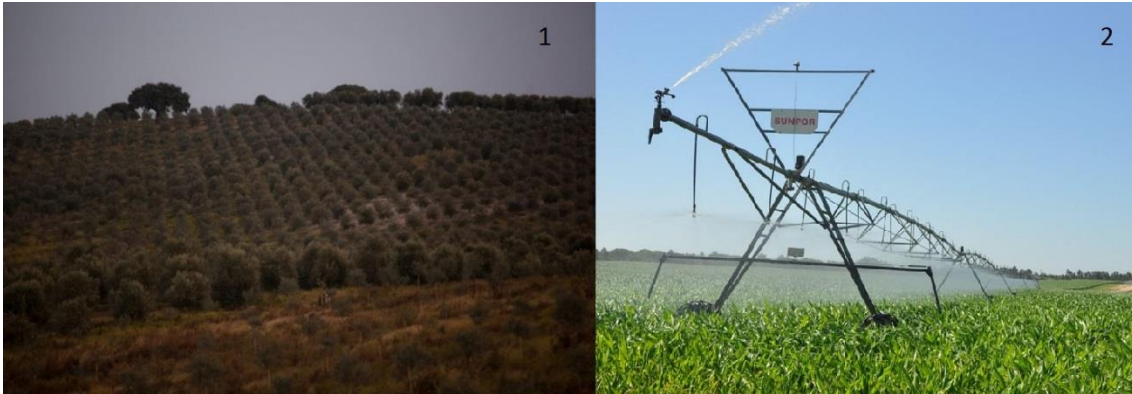
#### **3.3.4. Principais culturas e rede terciária**

Em 2015, a área inscrita no bloco de rega de Faro do Alentejo foi de 1 270,59 ha, perfazendo 83% do território disponível para regadio. A estes prédios a EDIA forneceu cerca de 4,3 hm<sup>3</sup> para diversos tipos de cultura, nomeadamente:

- 611 ha de olival;
- 239 ha de oleaginosas;
- 177 ha de milho;
- 160 ha de forrageiras;

- 37 ha de vinha;
- 30 ha de outras ocupações;
- 9 ha hortícolas;
- 8 ha papoila.

Os regantes utilizaram, na sua generalidade, dois métodos de rega (Figura 27): a rega gota-a-gota (cerca de 730 ha) e a rega com *pivot* (cerca de 540 ha).



**Figura 27 - Culturas de regadio no Bloco de Rega de Faro do Alentejo: 1) olival regado por rega gota-gota; 2) milho regado por *pivot*.**

## 4. Programa de Manutenção Preventiva Sistemática para o Caso de Estudo: Bloco de Rega de Faro do Alentejo

### 4.1. Enquadramento

O serviço sazonal de abastecimento de água aos regantes (períodos secos de Maio a Outubro) é precedido de intervenções de Manutenção Preventiva Sistemática, visando a preparação da campanha de rega. As ações de manutenção planeada, ciclicamente programadas para os períodos de interrupção do abastecimento, visam reduzir a probabilidade de avaria ou a degradação de funcionamento do sistema e dos equipamentos integrantes, mantendo ou repondo a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo, disponibilidade e segurança.

A construção de um programa de manutenção implica toda uma organização processual capaz de definir a rotina de manutenção do sistema. Compreende uma sucessão de etapas de desenvolvimento esquematizadas na Figura 28, onde se assinalam (a amarelo) os domínios da atividade desenvolvida no âmbito do estágio curricular para o caso de estudo (Bloco de Rega de Faro do Alentejo).

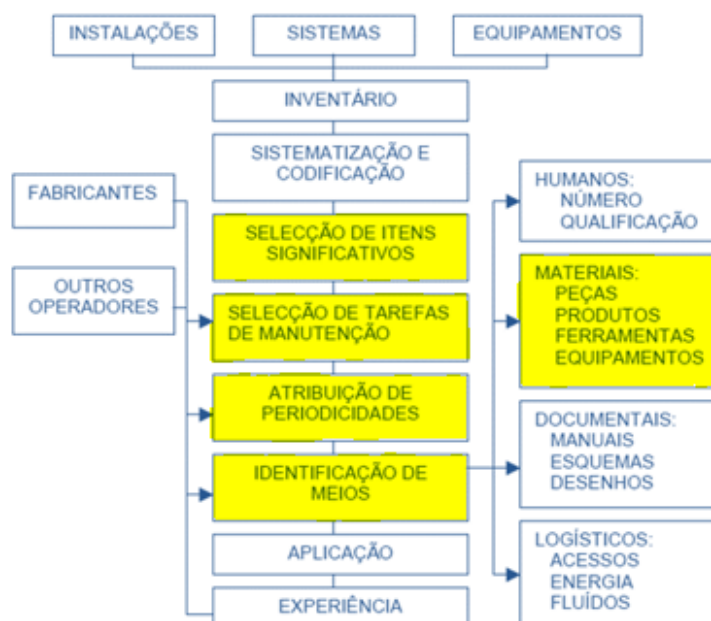


Figura 28 - Metodologia de desenvolvimento de um Programa de Manutenção Preventiva proposto em IAPMEI, 1994 (assinaladas a amarelo os domínios da atividade desenvolvida no âmbito do estágio curricular).

A seleção dos itens significativos e a definição das tarefas de manutenção para o caso de estudo, exigiu o prévio reconhecimento da sua constituição construtiva e a identificação dos aspetos críticos ou anomalias típicas dos diferentes órgãos e componentes. O programa de manutenção foi então delineado, tendo em conta as características de cada componente. Neste contexto, elaboraram-se as “*checklists*” das inspeções (para identificação de problemas ou indícios), limpezas e das tarefas ou medidas pró-ativas (verificações, retificações e ensaios operacionais). Desenvolveu-se ainda a atribuição das periodicidades a observar nas diferentes tarefas de manutenção e, também, dos meios materiais envolvidos na sua concretização.

## **4.2. Caracterização Construtiva**

### **4.2.1. Condutas**

O sistema de condutas da rede de distribuição do bloco de rega de Faro do Alentejo foi construído com tubos de betão armado pré-esforçado (Figura 29) com alma de aço ( $\varnothing > 500\text{mm}$ ) e com tubos de PEAD ( $\varnothing \leq 500\text{mm}$ ), nas extensões totais de cerca de 10,4 km e 2,4 km, respetivamente.



**Figura 29 – Assentamento de tubagem de betão armado com alma de aço no adutor Pisão-Beja [www.alentubo.pt].**

Os tubos de betão possuem chapa de aço intermédia e duplo revestimento (interior e exterior) de betão armado. A chapa de aço tem dupla função: estanquidade e resistência mecânica. Os revestimentos, além de protetores contra a corrosão da chapa de aço, contribuem para a resistência mecânica do tubo aos esforços resultantes da pressão interior e das ações exteriores. As juntas de ligação entre tubos podem ser rígidas



(soldadura das almas de aço com preenchimento dos espaçamentos interior e exterior com betão) ou flexíveis (ligação do tipo boca e anel de borracha para vedação), como se pode observar na Figura 30.

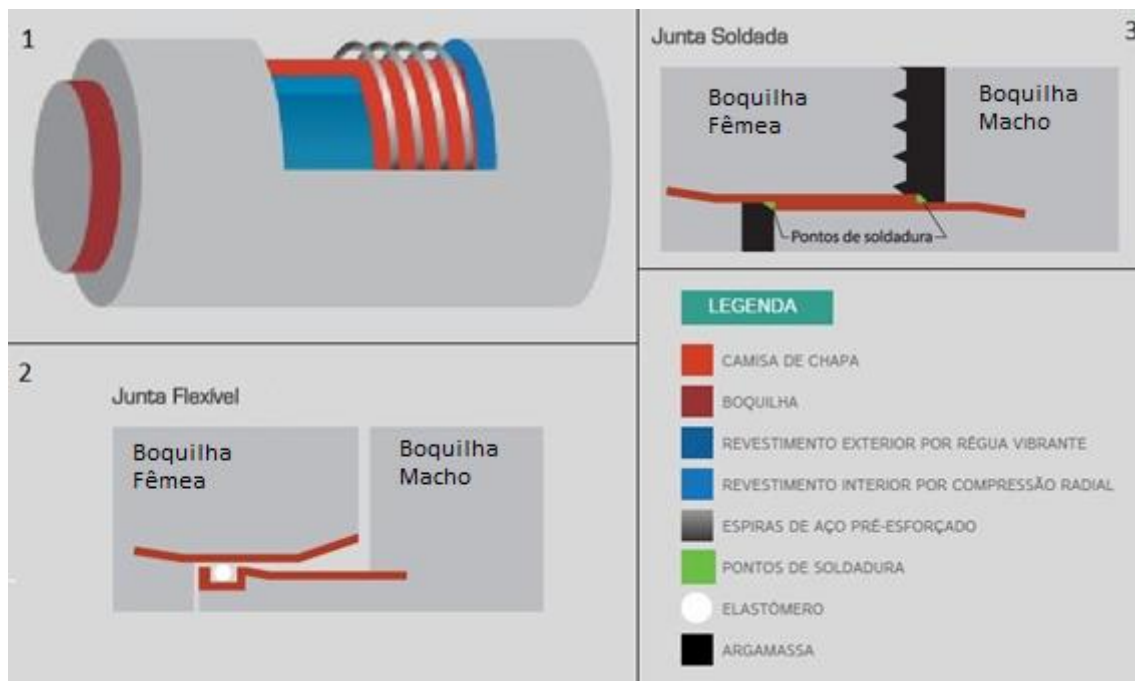


Figura 30 – Tubo de betão armado com alma de aço: 1) esquema da constituição; 2) esquema da junta flexível; 3) esquema da junta soldada [www.transaqua.com.pt].

Os tubos de PEAD (polietileno de alta densidade) com enormes vantagens em termos da facilidade de montagem (Figura 31) oferecem uma flexibilidade relevante e também boa resistência mecânica, ao choque e à fissuração. As juntas de montagem são, tipicamente, por soldadura topo a topo, eletrossoldadura ou flanges. Na soldadura topo a topo a ligação entre extremidades dos tubos é efetuada por aquecimento ( $2200^{\circ}\text{C}$ ) e compressão. A ligação por eletrossoldadura é feita através de uma união em polietileno, com resistência elétrica incorporada, à qual se aplica uma tensão elétrica (39,5 V). O aquecimento resultante leva à fusão das paredes e à completa estanquidade. Para a ligação flangeada é soldado à extremidade do tubo, um terminal (colarinho) em PEAD no qual se aplica uma flange louca em aço, assegurando-se desta forma a ligação flangeada a válvulas e outros acessórios. Na Figura 32 estão esquematizados os diferentes tipos de ligação entre tubos PEAD.



Figura 31 - Tubagem de PEAD em Pedrogão com ligação electro soldada [www.prospectiva.pt].

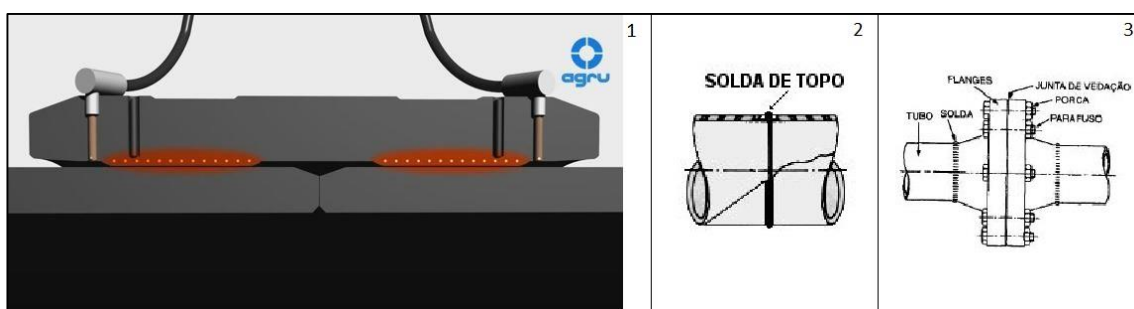


Figura 32 - Ligações nos tubos de PEAD: 1) ligação electro soldada; 2) ligação de soldadura topo a topo; 3) ligação flangeada [adaptado de www.agru.at/pt e Ferraz, 2008].

#### 4.2.2. Válvulas de Seccionamento

O seccionamento do bloco de rega de Faro do Alentejo é assegurado por um total de sete válvulas, sendo seis das válvulas de borboleta (instaladas nas condutas principais de maior diâmetro) e uma do tipo cunha, esta última no seccionamento de uma conduta de 300 mm. Estas válvulas integram nós alojados em caixas, ligados às condutas através de passa-muros em aço e ligações flangeadas. As caixas, em betão armado, dispõem de aberturas de entrada na laje de cobertura e escadas metálicas com guarda corpos para permitir o acesso ao seu interior.

As válvulas de borboleta, nomeadamente no seu modelo *sandwich*, estão também aplicadas a montante das bocas de ligação aos regantes. As válvulas de cunha integram as descargas de fundo, as derivações para as ventosas e, também, os circuitos *bypass* aos seccionamentos das condutas principais (Figura 33).



Figura 33 - Válvula de seccionamento do tipo borboleta, com circuito *bypass* seccionado por válvula de cunha.

### Válvulas de Borboleta

Nas válvulas de seccionamento tipo borboleta (Figura 34 e Figura 35) o obturador em disco é atravessado por uma haste de rotação, ligada a um atuador acionado manualmente ou por mecanismo elétrico ou pneumático.

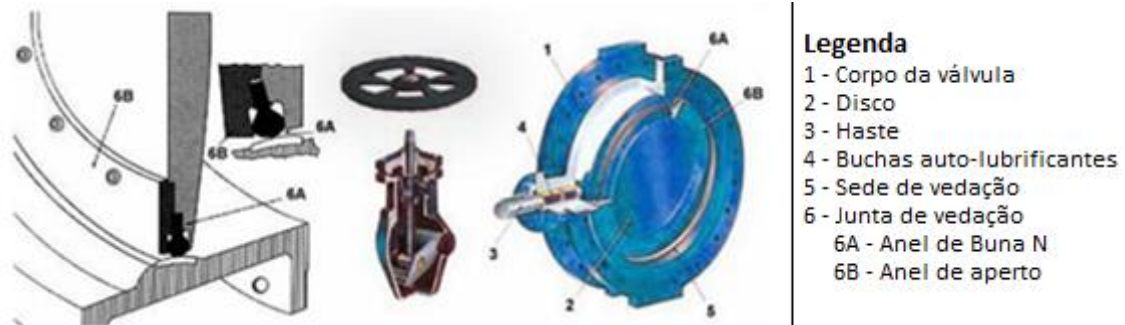


Figura 34 - Constituição da válvula de borboleta [[www.saint-gobain-canalização.com.br](http://www.saint-gobain-canalização.com.br)].



Figura 35 - Válvula de seccionamento do tipo borboleta e junta de desmontagem.

## Válvulas de Cunha

As válvulas de cunha ou de gaveto (Figura 36) são constituídas por um obturador em cunha, que na sua posição de fecho é apoiado em sede (berço), esta também com função de vedação. A movimentação do obturador, na direção perpendicular à do escoamento, é assegurada através da manobra de uma haste, em ligação com a cunha. São muito pouco utilizadas na regulação de caudal, funcionam em geral ou totalmente abertas ou totalmente fechadas (funcionamento on-off). Aberturas parciais causam vibrações no sistema e as elevadas velocidades de passagem podem conduzir ao desgaste da cunha e da sua sede, com riscos elevados de cavitação e corrosão.

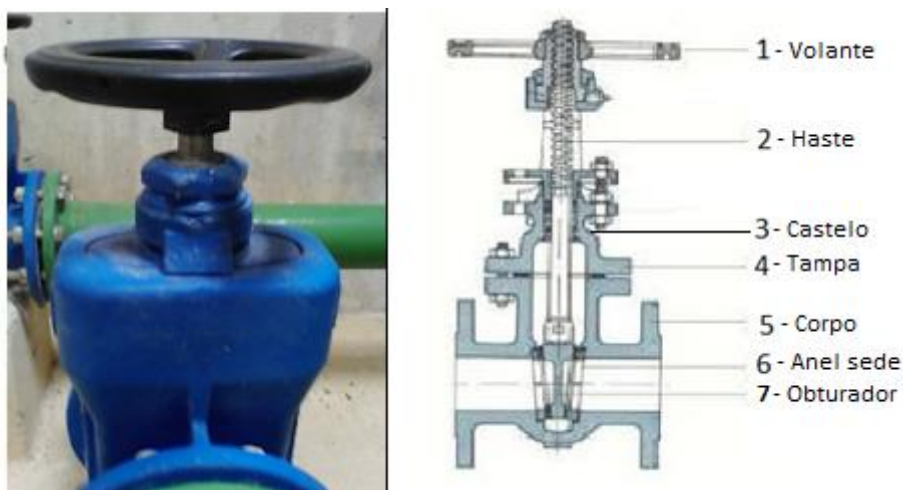


Figura 36 – Válvula de cunha - constituição [[www.velaco.com.br](http://www.velaco.com.br)].

### **4.2.3. Válvulas de controlo**

As válvulas de controlo do serviço de rega (Figura 37) alojadas nas caixas dos hidrantes, são válvulas que desempenham as funções de regulação da pressão a jusante, limitação o caudal derivado e medição dos volumes de água fornecidos. Cada válvula de controlo integra um regulador de pressão, um limitador de caudal e um medidor volumétrico com contador de impulsos para transmissão à distância do caudal instantâneo. Mantém uma pressão de saída pré-estabelecia e limita o caudal a um valor pré-determinado, independentemente das variações de pressão ou consumo. Os pilotos limitadores de caudal, quando detectam caudais superiores ao de regulação, estrangulam a passagem de água até levar a válvula a trabalhar no caudal de projecto.

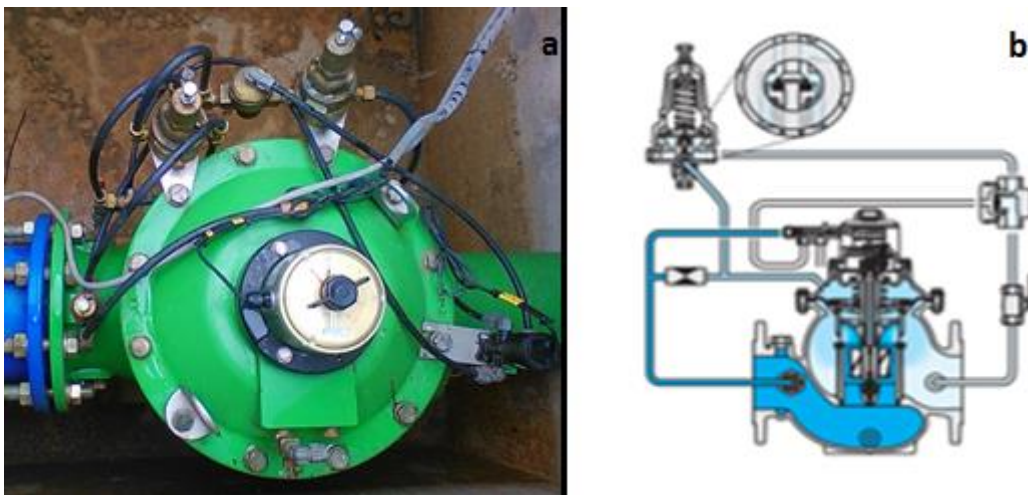


Figura 37 - Válvula de controlo: a) válvula de controlo num hidrante do tipo III; b) esquema da válvula de controlo com pilotos de regulação.

A abertura e o fecho destas válvulas pode ser feito manualmente ou através de ordens enviadas a um solenoide por equipamento de telegestão.

As válvulas de controlo instaladas no Bloco de Rega de Faro do Alentejo são válvulas de diafragma (Figura 38) dotadas de um contador Woltman de eixo vertical. Dispõem de circuitos pilotos associados às funções de regulação de pressão e limitação de caudais. Possuem de válvula piloto de solenoide de 3 vias e dos seguintes dispositivos de controlo: um seletor de pressão, um registo de 3-vias e um filtro em linha ou de “dedo” (Figura 39). O seletor de pressão permite seleccionar automaticamente a mais alta entre duas fontes de pressão. O registo de 3-vias permite seleccionar o modo de controlo hidráulico, manual ou automático.

As válvulas de controlo dispõem de filtros de proteção montados a montante (protege a válvula de pedras, paus, plásticos, etc.) e, ainda, de ventosa que assegura a expulsão do ar arrastado pelo escoamento.

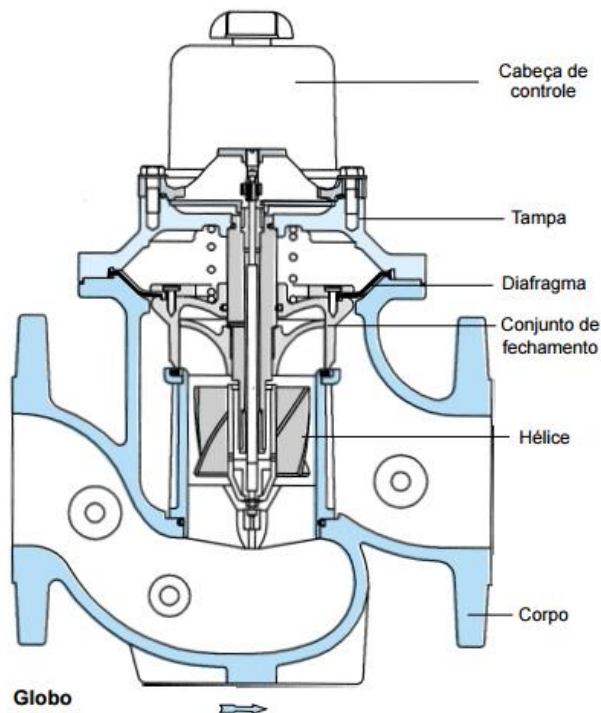


Figura 38 - Esquema do corpo da válvula de diafragma.

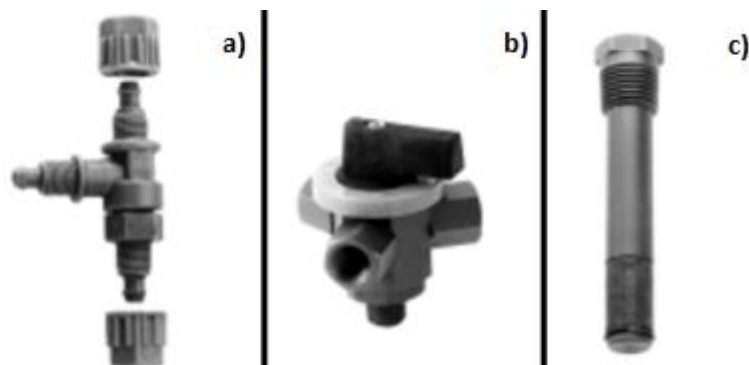


Figura 39 - Dispositivos de controle: a) seletor de pressão; b) registro de 3-vias; c) filtro em linha ou de dedo.

Estas válvulas piloto solenóide (Figura 40) são concebidas para limitar o caudal ao valor pré-definido, sem que este seja afetado pelas flutuações de pressão. Esta função é assegurada por uma palheta que está em contacto com o escoamento e atua na válvula piloto solenóide, no sentido da sua regulação, quando é ultrapassado aquele caudal limite.

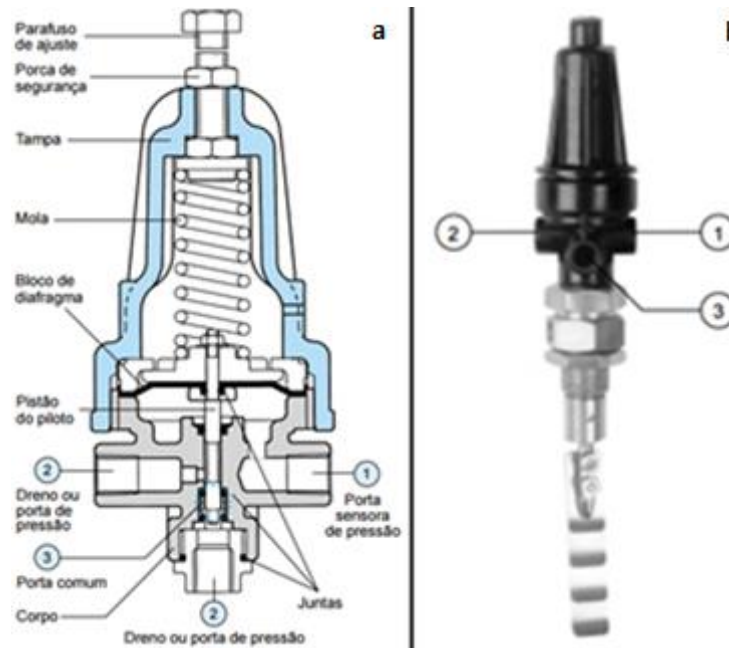


Figura 40 - Válvula piloto solenóide: a) esquema da válvula piloto solenóide; b) válvula piloto solenóide com palheta.

#### **4.2.4. Descargas de Fundo**

As descargas de fundo das condutas asseguram o seu esvaziamento quando necessário, nomeadamente em situações de rotura, operações de limpeza, desinfeção ou reparação. O Bloco de Rega de Faro do Alentejo conta com 24 descargas de fundo, nos diâmetros de 200 mm, 125 mm e 100 mm.

Todos os acessórios das descargas de fundo estão ligados entre si através de flanges. A descarga é efetuada numa caixa de betão, por sua vez drenada através de bomba hidráulica para vala de drenagem ou ribeiro próximo. A válvula presente na descarga de fundo é do tipo cunha com extremidades flangeadas e de comando por volante manual. A caixa de betão da descarga de fundo tem uma tampa à superfície, com abertura suficiente para entrada de homem para operações de manobra, manutenção e limpeza e está provida de degraus para permitir o acesso ao seu interior.

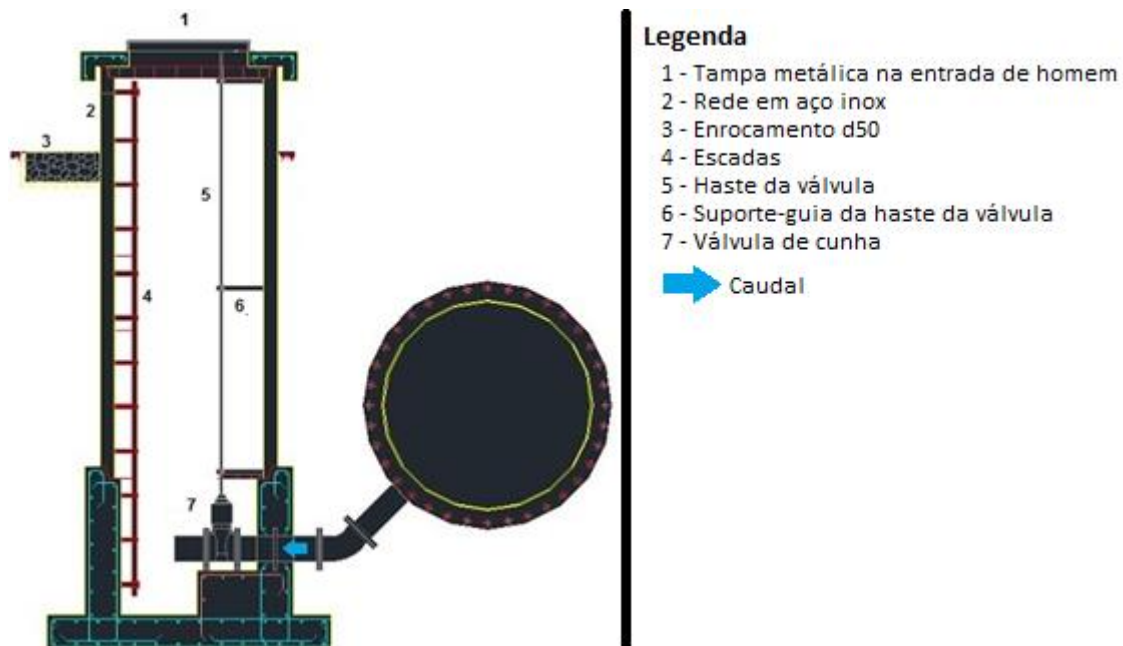


Figura 41 - Constituição da Descarga de Fundo.

#### 4.2.5. Ventosas

As ventosas são válvulas de funcionamento exclusivamente hidráulico que asseguram a libertação ou expulsão do ar acumulado no interior das condutas e também a sua admissão. As ventosas de pequeno orifício ou “purgadores” têm a função de assegurar a purga contínua das pequenas quantidades de ar que se vai acumulando nos pontos altos do sistema. Já as ventosas de triplo efeito dão resposta a três funções: libertação ou expulsão de grandes quantidades de ar durante o seu enchimento ou carregamento dos sistemas, a libertação contínua de ar que vai sendo acumulado durante a sua exploração normal e, ainda a admissão de grandes quantidades de ar durante as operações de esvaziamento.

Construtivamente o corpo da ventosa é dotado de orifício(s), obturado(s) por encosto de flutuador(s) alojado(s) no seu interior. Na Figura 42 apresenta-se um corte transversal de 2 modelos típicos de ventosa de triplo efeito. Em qualquer dos modelos, o grande orifício serve a expulsão e a admissão de grandes vazões de ar e o pequeno orifício para a purga contínua de pequenas quantidades de ar.

O Bloco de Rega de Faro do Alentejo conta com 33 ventosas (Figura 43), nos diâmetros de 200 mm, 150 mm, 100 mm e 65 mm (nos hidrantes) das quais 14 estão instaladas nas caixas de hidrantes.



As ventosas estão montadas na vertical no topo das tubagens, dispondo o troço de ligação de uma válvula de isolamento que permite, se necessário, colocá-la temporariamente fora de serviço.

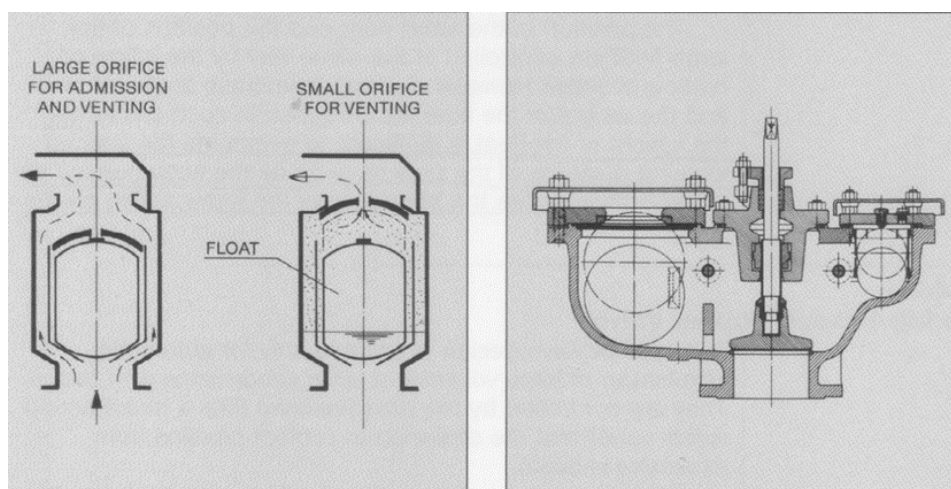


Figura 42 – Esquema construtivo de dois modelos de ventosas de triplo efeito.



Figura 43 – Ventosas do Bloco de Rega de Faro do Alentejo: a) ventosa no ponto alto de uma conduta; b) ventosa no hidrante do tipo III.

O não funcionamento das ventosas pode comprometer os níveis de serviço da rede. A acumulação de grandes bolsas de ar é, frequentemente, a causa da diminuição da capacidade de vazão dos sistemas, de vibrações e de corrosões nas tubagens. Por outro lado, deficientes condições de vedação do obturador (ou flutuador) dão origem a perdas de água que podem assumir significativas representatividades.

#### **4.2.6. Hidrantes**

Os hidrantes são os órgãos de fronteira da rede coletiva, a partir dos quais se efetua a ligação das redes individuais dos regantes. Manobrados exclusivamente pelos operacionais do sistema, os equipamentos alojados nos hidrantes permitem estabelecer ou interromper o fornecimento de água, medir os volumes fornecidos, regular pressões

e limitar caudais de fornecimento. As bocas de rega incorporadas no corpo do hidrante definem as secções de ligação às redes de rega privadas dos regantes servidos.

Todos os hidrantes dispõem de válvula de seccionamento geral (sem função de regulação de caudal) equipadas com uma electroválvula piloto (que permite fechar a válvula à distância) e de válvula de controlo e regulação.

O sistema de rega de Faro do Alentejo possui um total de 15 hidrantes, distribuídos por 4 tipologias: 1 do Tipo I, 4 do Tipo II, 8 do Tipo III e 2 do Tipo IV.

### Hidrante Tipo I

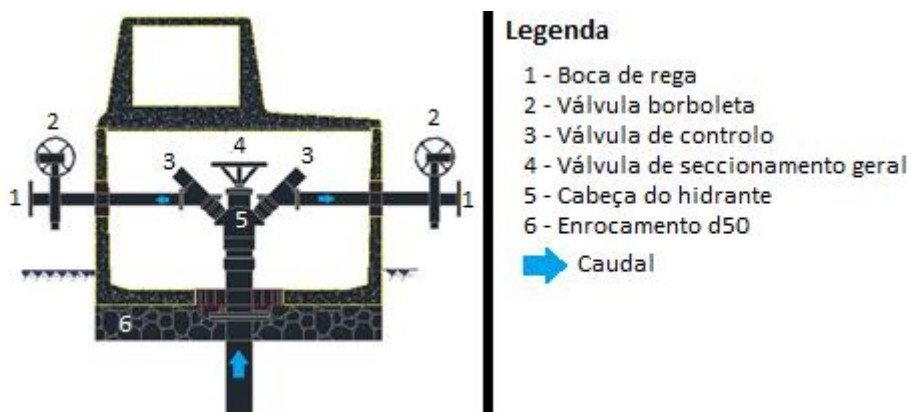


Figura 44 - Esquema do Hidrante Tipo I.

O hidrante tipo I (Figura 44) é constituído por uma válvula de seccionamento geral, um volante de manobra e cabeça do hidrante, onde estão inseridas as bocas de rega. As cabeças dos hidrantes dispõem até 4 orifícios, de derivação para as bocas de rega. Apresentam válvulas das bocas que são constituídas um contador volumétrico, um limitador de caudal e um regulador de pressão. Este tipo de hidrante localiza-se em caixas pré-fabricadas de betão com acesso superior.

### Hidrante Tipo II

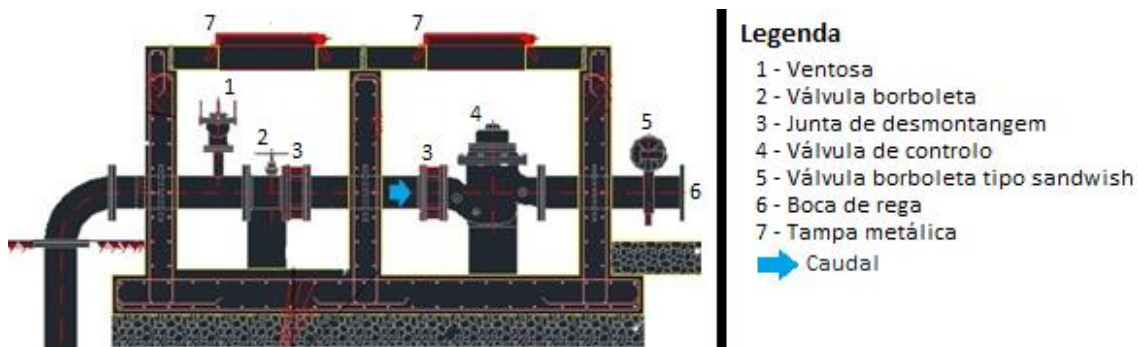


Figura 45 - Esquema do Hidrante Tipo II.

O hidrante tipo II, (Figura 45) alojado em caixa de betão armado, dispõe de uma ventosa de três funções, uma válvula de seccionamento geral, uma válvula de controlo, uma válvula de borboleta e uma única boca de rega. Uma válvula de borboleta instalada no exterior da caixa i a montante da boca de rega, permite ao regante interromper o fornecimento de caudal, se for necessário

### Hidrante Tipo III

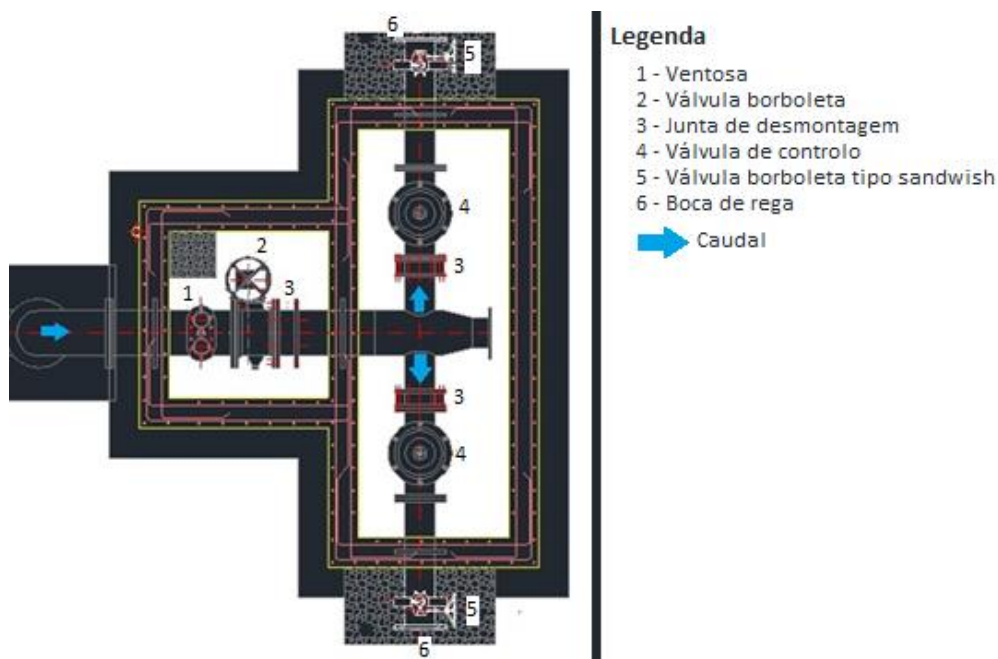


Figura 46 - Esquema do Hidrante Tipo III.

O hidrante tipo III (Figura 46), igualmente alojado em caixa de betão armado, possui 2 bocas de rega e dispõe de ventosa de três funções, válvula de seccionamento geral, duas válvulas de controlo e duas válvulas borboleta imediatamente a montante das bocas de rega, permitindo ao regante o seu fecho se necessário.

## Hidrante Tipo IV

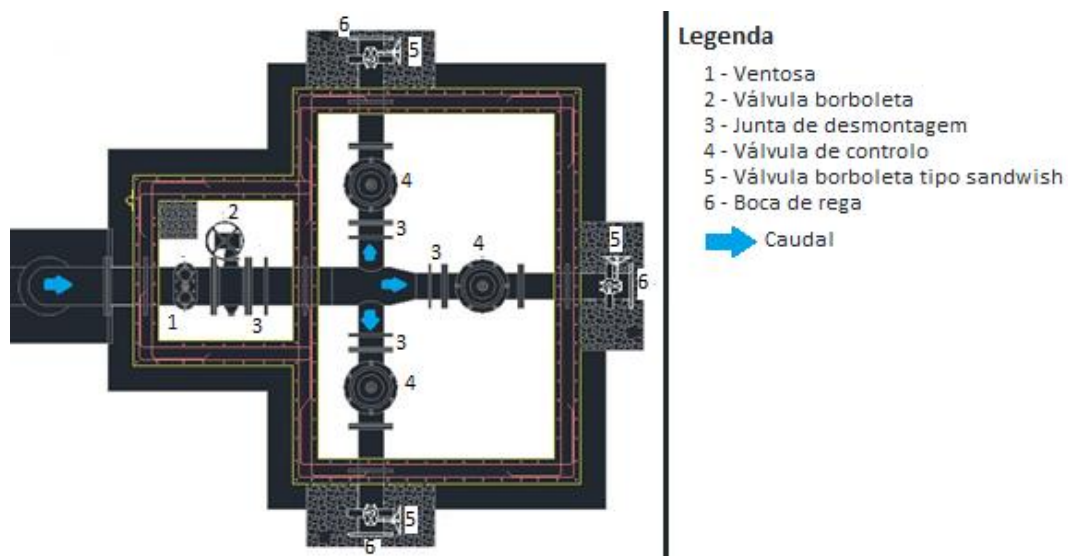


Figura 47 - Esquema do Hidrante Tipo IV.

O hidrante tipo IV (Figura 47), alojada em caixa construída em betão armado, possui 3 bocas de rega e dispõe de ventosa de três funções, uma válvula de seccionamento geral, três válvulas de controlo e três válvulas borboleta instaladas no exterior da caixa imediatamente a montante das bocas de rega, para que o regante possa interromper o fornecimento de caudal, se necessário.

### 4.3. Aspetos e Anomalias Críticas

#### 4.3.1. Condutas

- a) Nas condutas, sejam de PEAD ou Betão Armado, os principais pontos de fragilidade encontram-se principalmente nas juntas de ligação entre tubos e principalmente na ligação destes aos órgãos que integram a rede. É aí que se podem ocorrer as principais fugas de água (perdas).
- b) Outros pontos vulneráveis são as zonas de cruzamento de caminhos e estradas, geralmente sob elevadas cargas rolantes, suficiente para induzir a deformação da conduta conduzindo à rotura.
- c) As linhas de água são outro local de vulnerabilidade estrutural. Com a passagem de água pode ocorrer a remoção de terras deixando a tubagem exposta à intempérie, biodiversidade e desgaste exterior.

- d) Devido às características da água distribuída (apenas com passagem em filtro de 1,5 mm) a sedimentação de material sólido nas tubagens é outro aspeto crítico nas tubagens. Este fenómeno torna-se mais particularmente frequente quando as velocidades de escoamento são baixas ou então em pontos baixos da rede. As tubagens de betão armado com alma de aço são mais vulneráveis a esta ocorrência. A não limpeza destes sedimentos a tempo pode causar compactação dos mesmos sendo mais difícil a posterior limpeza.
- e) Podem também existir fenómenos de corrosão externa nos tubos de ferro fundido dúctil, situados em caixas com acesso, onde se localizam os equipamentos das infraestruturas e nas ligações flangeadas aos equipamentos (parafusos e porcas). Este fenómeno ocorre principalmente nas caixas em zonas baixas ou onde o nível freático é alto. Devido à porosidade do betão a água consegue atravessar as paredes e o fundo das caixas (condições de humidade propícias à corrosão) inundando-as.

#### **4.3.2. Válvulas de seccionamento**

- a) Tal como referido anteriormente as válvulas de seccionamento encontram-se em caixas, que frequentemente inundam. Sendo órgãos essencialmente mecânicos têm tendência a apresentar problemas de corrosão externa.
- b) Também o facto de só serem utilizadas ocasionalmente podem apresentar alguma dificuldade no seu funcionamento, devido à falta de lubrificante nas partes móveis. Uma válvula que não é facilmente operável, quando necessário não funciona.

#### **4.3.3. Descargas de Fundo**

- a) As descargas de fundo são órgãos que por estarem em contacto, frequentemente, com a água no seu exterior apresentam problemas de corrosão. Esta água surge devido à abertura da descarga de fundo que inundam a caixa, ou então, como se localiza em pontos altimétricos baixos na rede e no subsolo, o nível freático atinge a caixa podendo entrar água.

- b) Por serem órgãos que são manobrados temporariamente, podem não apresentar as melhores condições de funcionamento quando utilizados. As partes móveis podem apresentar dificuldade na rotação pela falta de utilização.
- c) A vedação destes equipamentos é muito importante, pois pode provocar perdas de água significativas no sistema.
- d) As escadas para entrada de homem na caixa da descarga de fundo pode encontrar-se com lismos, o que é perigoso para a descida e subida dos operadores.
- e) As caixas das descargas de fundo podem estar firmadas nas bocas das descargas de fundo. No enchimento das caixas o peso aplicado na fundação aumenta drasticamente podendo causar abatimentos do solo, pois como estão situadas em zonas baixas o nível freático é alto.

#### **4.3.4. Hidrantes**

- a) As caixas dos hidrantes do tipo I são pré-fabricadas, colocadas no solo de forma a cobrir o hidrante. Com o aumento da água na zona (rega por parte dos regantes) pode existir o abatimento do solo e a caixa descer, podendo, se passar a ficar apoiada na boca de rega, introduzir esforços não desejáveis e podendo danificá-la.
- b) Um hidrante mal vedado, tal como já referido para as descargas de fundo, provoca também desperdícios de água significativos. O desperdício de água além de representar custos acrescidos para a EDIA pode inundar terrenos adjacentes, causando prejuízos aos regantes.
- c) Um dos aspetos correntes em órgãos que são necessários manobrar é a dificuldade de manobra do órgão. Isto deve-se ao facto de não serem utilizados regularmente, podendo não apresentar as melhores condições de funcionamento quando utilizados.

#### **4.3.5. Ventosas**

- a) Pode ocorrer na ventosa a falta de vedação entre o elemento sobrenadante e o corpo da ventosa, o que leva a perdas de água.
- b) Devido à evaporação destas águas não tratadas pode ocorrer calcinação dos orifícios ou junto ao elemento sobrenadante, fazendo com que a ventosa deixe de funcionar corretamente.
- c) A válvula de isolamento da ventosa poderá deixar de operar o que leva à impossibilidade de desmontagem da ventosa. Como referido anteriormente, deve-se à pouca utilização dos órgãos mecânicos.

#### **4.4. Inventário e codificação das instalações e equipamentos**

Todas as instalações e equipamentos do Bloco de Rega de Faro do Alentejo estão inventariados e codificados. As Fichas de Manutenção Sistemática desenvolvidas no âmbito do presente trabalho (ponto 4.6.4) consideram a possibilidade de ligação/articulação informática com aquela base de dados de inventariação, com todas as informações relevantes do equipamento em causa, incluindo códigos de identificação, localizações, características e especificações técnicas. Essa ligação possibilitará o acesso, em tempo real, a informações precisas sobre os diferentes equipamentos envolvidos na intervenção de inspeção e manutenção.

A base de dados permite aos técnicos aceder, entre outra, à seguinte informação:

- identificação e função do equipamento;
- localização (com coordenadas GPS incluídas);
- localização de válvulas de seccionamento e descargas de fundo relacionadas com o equipamento/conduto;
- listagem das peças de desgaste do equipamento;
- designação do material, tipo de ligação e diâmetro da conduta;
- profundidade de instalação da conduta;
- listagem de outras peças discriminadas;
- diâmetros das bocas de rega (se for o caso);
- caudal;

- pressão de serviço (na zona do equipamento);
- imagens da instalação ou equipamento;
- identificação e contacto do proprietário do prédio onde o equipamento está inserido (no caso de estar inserido numa propriedade privada);
- nomes dos beneficiários (no caso dos hidrantes).

#### **4.5. Equipa responsável pela Manutenção Preventiva**

Na EDIA, como já referido anteriormente, cada perímetro de rega tem uma equipa autónoma, responsável pela sua exploração, que assegura as tarefas de manutenção corrente, das infraestruturas aí existentes. Cada equipa é constituída por técnicos habilitados para as intervenções base previstas e dispõe de meios e equipamentos necessários à sua execução. As atividades de manutenção de maior complexidade técnica, que exigem meios mais específicos e que têm maior espaço entre realizações sucessivas são classificadas como tarefas de manutenção especial e executadas por equipas especializadas.

As equipas de manutenção da EDIA têm à sua disposição viaturas 4x4, ferramentaria diversa, máquinas e instrumentação de medição e controlo operacional do sistema. Entre outros equipamentos essenciais nos processos de inspeção, manutenção e, também no controlo exploração operacional da rede de rega, refiram-se a instrumentação para medição de caudais, pressões, vibrações, e ainda a instrumentação para medição e análise termográficas. O controlo de vibrações e temperaturas é fundamentalmente aplicado na manutenção de equipamentos eletromecânicos (bombas), cuja manutenção esta fora do domínio deste trabalho.

Também os utilizadores da rede, através do canal de comunicação entre a equipa autónoma de manutenção e o utilizador - linha telefónica de atendimento a clientes em funcionamento contínuo (24h/dia) - desempenham um papel relevante no sistema de manutenção.



## **4.6. Programa de Manutenção Preventiva Sistemática**

### **4.6.1. Considerações gerais**

O Programa de Manutenção define o conjunto estruturado de tarefas, atividades e procedimentos de manutenção sistemática no sistema, a respetiva periodicidade, bem como os recursos materiais e humanos necessários à sua execução. Foi concebido admitindo a sua articulação com a base de dados da inventariação de todos os equipamentos e instalações. A concretização do Programa de Manutenção proposto não dispensa a consulta das especificações técnicas e dos manuais de operação e manutenção de fabricantes, devendo ser executadas apenas por pessoal qualificado e devidamente habilitado.

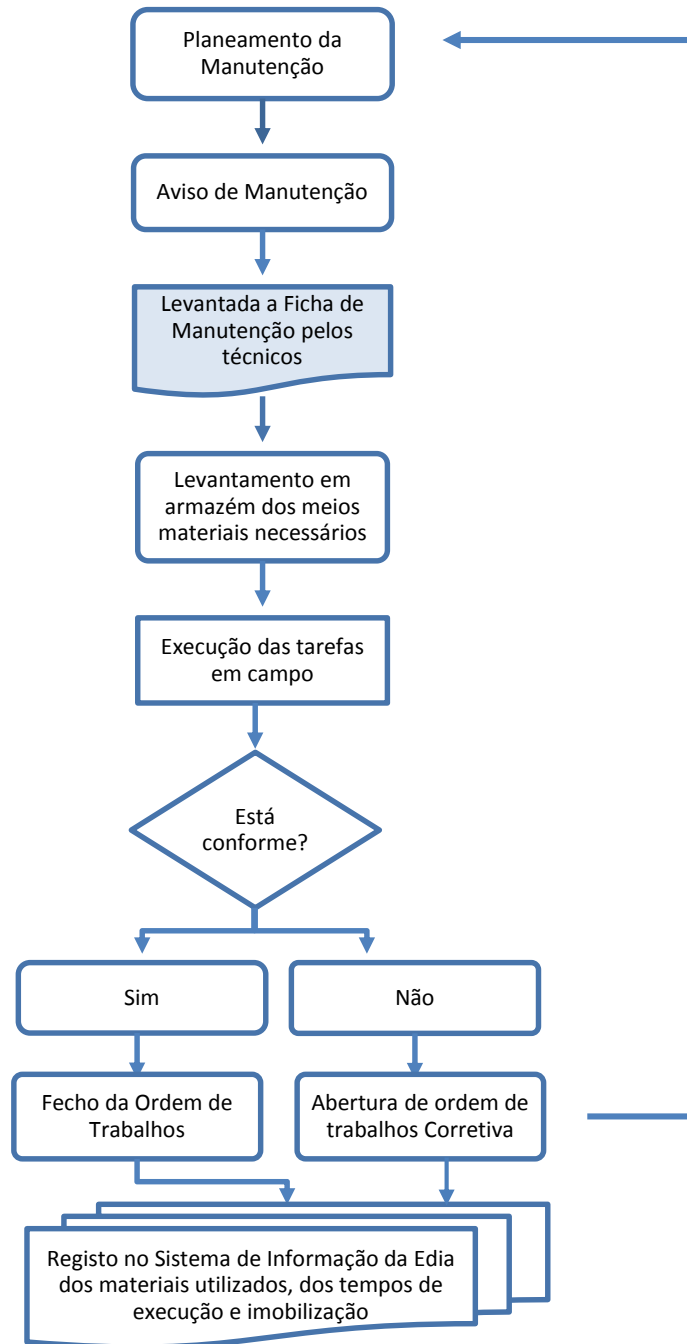
Considera-se, num contexto de gestão mais abrangente, que o Plano<sup>16</sup> Global de Manutenção será responsável por agrupar, compatibilizar e organizar do conjunto de trabalhos de manutenção preventiva em carteira, nomeadamente a sistemática (definida no Programa), a condicionada e a corretiva, de acordo com os recursos necessários e os disponíveis e todas as possíveis condicionantes logísticas e operacionais.

Na Figura 48 apresenta-se, em fluxograma, a sequência operacional de desenvolvimento de um processo de manutenção preventiva sistemática e corretiva na EDIA, por parte dos profissionais diretamente envolvidos, e a articulação funcional entre a atividade em campo e outros serviços da Gestão da Manutenção<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup>Plano de manutenção - Conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção. (EN NP 13306:2007)

<sup>17</sup>Gestão de Manutenção - Todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos. (EN NP 13306:2007)



**Figura 48 - Fluxograma da seqüência operacional de desenvolvimento de um processo de manutenção preventiva sistemática e corretiva.**

As Fichas de Manutenção Sistemática, propostas no âmbito do presente trabalho encerram “*checklists*” de tarefas a desenvolver em campo pelos técnicos de manutenção (ações de inspeção e controle, limpezas e medidas pró-ativas de manutenção como lubrificações, substituições, reparações e ensaios operacionais), e a indicação dos meios materiais necessários, informação da maior relevância na organização e preparação dos trabalhos. Considera-se que às Fichas de Manutenção

Sistemática propostas deverá associar-se a Ficha do Equipamento com imagens e todas as suas informações técnicas, como sejam, entre outra, a indicação das peças de desgaste ou outras peças, especificações de manutenção, características dimensionais e, também, os parâmetros hidráulicos de funcionamento (caudal e pressão). O acesso, em tempo real, dos profissionais envolvidos a esta ficha informativa completa visa garantir as condições essenciais à qualidade da intervenção.

#### **4.6.2. Definição de tarefas e periodicidades**

Os Quadro 3 a 5 listam as tarefas de manutenção sistemática a realizar nos vários equipamentos integrantes do Bloco de Rega de Faro do Alentejo e indicam-se as respetivas periodicidades

**Quadro 3 - Tarefas e periodicidades da manutenção sistemática dos hidrantes.**

Periodicidades das tarefas de Manutenção			
Equipamento	Tarefa	Periodicidade	
		Semestral	Anual
Hidrante	Hidrómetros - Bocas de Rega	Revisão do estado das Válvulas Latch	x
		Revisão das atuações elétricas sobre as válvulas latch	x
		Revisão do estado geral das sondas de pressão	x
		Limpeza geral	x
		Verificação/reaperto parafusos	x
		Verificação da Pintura e dos níveis de corrosão	x
		Retirar água da caixa se for necessário	x
		Abertura e fecho através do seletor manual de 3 vias	x
		Abertura e fecho da boca de rega através da atuação manual do solenoide	x
		Verificação do caudal, pressão e leitura do contador da boca de rega	x
		Limpeza ou substituição do filtro de "dedo"	x
		Verificação do correto funcionamento do contador (m3)	x
		Verificação, limpeza e lubrificação dos pilotos reguladores.	x
	Substituição das molas e orring's se necessário	x	
	Corpo do Hidrante	Limpeza geral	x
		Verificação da Pintura e dos níveis de corrosão	x
		Verificação/reaperto parafusos	x
		Retirar água da caixa se for necessário	x
		Revisão do estado geral das ventosas	x

**Quadro 4 - Tarefas e periodicidades da manutenção sistemática das juntas de desmontagem, das ventosas e das descargas.**

Periodicidades das tarefas de Manutenção			
Equipamento	Tarefa	Periodicidade	
		Semestral	Anual
Ventosas	Verificação de fugas		x
	Verificação / reaperto de parafusaria		x
	Limpeza geral, reparação de pontos de corrosão e teste do controlador de exaustão		x
	Manutenção geral e substituição, se necessário, de vedantes		x
Condutas	Limpeza geral		x
	Eliminar pontos de corrosão		x
	Verificar/Eliminar fugas de água		x
	Varrimento dos sedimentos no interior dos tubos através da abertura da descarga		x
	Verificação/reaperto parafusos		x
Descargas de fundo	Verificar o estado geral de conservação da válvula		x
	Verificar, mediante ensaio, o estado geral de funcionamento da válvula		x
	Verificar estado de lubrificação dos componentes móveis, lubrificar se necessário e aplicável		x
	Verificar a possível existência de fugas pelas juntas e sedes de vedação		x
	Verificar apertos e mecanismos de fixação.		x
	Verificar o estado das grelhas de escape, limpar se necessário e aplicável		x
	Limpeza e beneficiação geral se necessário		x
	Verificar fixação escadas		x

**Quadro 5 - Tarefas e periodicidades da manutenção sistemática das válvulas de seccionamento.**

Periodicidades das tarefas de Manutenção				
Equipamento	Tarefa	Periodicidade		
		Semestral	Anual	
Válvulas de Seccionamento	Válvulas de Borboleta	Atuação da válvula		x
		Retirar água do interior da câmara (apenas válido para válvulas instaladas em câmaras)		x
		Verificação / reaperto de parafusaria		x
		Limpeza geral e reparação de pontos de corrosão		x
		Inspeção dos vedantes		x
	Válvulas de Cunha	Atuação da válvula		x
		Retirar água do interior da câmara (apenas válido para válvulas instaladas em câmaras)		x
		Verificação / reaperto de parafusaria		x
		Limpeza geral e reparação de pontos de corrosão		x
	Caixas seccionamento	Verificar o estado geral de conservação das válvulas	x	
		Verificar, mediante manobra, o estado geral de funcionamento das válvulas	x	
		Verificar estado de lubrificação dos componentes móveis, lubrificar se necessário e aplicável	x	
		Verificar apertos e mecanismos de fixação	x	
		Verificar a possível existência de fugas pelas juntas de vedação	x	
		Verificar o estado do buçim e do empanque de vedação do castelo, corrigir se necessário e aplicável	x	
		Verificar e ensaiar fins de curso se aplicável	x	
		Outras verificações não descritas anteriormente.	x	
		Acionamento das descargas de fundo se aplicável	x	
		Limpeza e beneficiação geral se necessário	x	
Acionamento/Limpeza Ventosa (Quando aplicável)	x			
Verificar Fixação Escadas	x			

### **4.6.3. Aspetos gerais de conceção das Fichas de Manutenção Sistemática**

Procurou-se conceber as Fichas de Manutenção Preventiva Sistemática dos equipamentos e instalações do Bloco de Rega de Faro do Alentejo de modo a poderem ser parte integrante do manual de intervenção e execução de operações de manutenção no sistema. A sua forma particularmente estruturada visou constituir um instrumento de orientação eficaz para os profissionais intervenientes nos processos de manutenção e permitir, eventualmente, acrescentar facilmente outras possíveis tarefas que venham a ser consideradas necessárias. As tarefas a realizar na intervenção (nível 1) foram listadas nos seguintes âmbitos de intervenção: inspeção, limpeza e medidas pró-ativas como sejam lubrificações, reaperto, substituições, reparações e ensaios operacionais.

A inspeção visual é um auxiliar poderoso na atividade de manutenção. Permite-nos identificar pontos de corrosão, fugas, fissuras, lascas, distorções, folgas etc..., bem como possíveis anomalias de funcionamento do equipamento (ruídos e temperatura). Considera-se que as anomalias identificadas pela inspeção visual, que não sejam passíveis de retificação pela equipa de manutenção em exercício, serão objeto de uma sequente intervenção de carácter corretivo. Por este facto considera-se a cuidada inspeção visual uma tarefa “base”, comum a todas as Fichas de Manutenção Sistemática propostas, contribuindo eficazmente para uma identificação sistemática de necessidades de intervenções de manutenção corretiva.

Considerou-se ainda, nas Fichas de Manutenção Sistemática, a inclusão de campos de preenchimento ou registo de informação relacionada com a concretização trabalhos (relatório da intervenção) da maior relevância e interesse na perspetiva da Gestão da Manutenção, como sejam os tempos de execução e a abertura de ordens de manutenção corretiva, se necessário.


Foram organizadas considerando 3 blocos de informação:

- identificação da intervenção e do objeto de manutenção (Figura 49);
- especificação das tarefas a desenvolver, meios materiais necessários e *checklist* de realização (Figura 50);
- relatório da intervenção (Figura 51).

O primeiro bloco de informação, relativa à identificação da intervenção e do objeto de manutenção (Figura 49), é preenchida aquando a emissão da ordem de trabalho.

Encontra-se incluída na Ficha quando a equipa responsável pela intervenção efetua o seu levantamento onde se indica:

- o n.º indetificador da OT, para efeitos de controlo é inserido um número da ordem de trabalhos feita no determinado equipamento;
- data e a hora de início dos trabalhos;
- tempo de execução previsto, considerado no respetivo planeamento/calendarização;
- identificação e localização do objeto de manutenção, nomeadamente o Bloco de Rega a que pertence, o seu código de identificação e os dados de localização.

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática na Rede		
Data início:		Bloco:	Descrição	
Hora início:		Ativo:		
Tempo Previsto:		Localização:		

**Figura 49 – Bloco de identificação da intervenção e do objeto da manutenção.**

O segundo bloco de informação da Ficha de Manutenção (Figura 50) é dedicado à listagem das várias tarefas a empreender e dos meios materiais necessários, tendo-se considerado, ainda, os campos para preenchimento local pelos técnicos relativamente aos tempos de execução, ao estado de condição e à necessidade de abertura de ordem corretiva. A listagem das tarefas é sistematizadamente organizada segundo tarefas de inspeção e limpeza, seguidas das medidas pró-ativas. Listam-se também, os materiais, ferramentas e equipamentos necessários às diferentes tarefas, traduzindo a checklist a utilizar pelos técnicos no seu levantamento em armazém e na preparação da intervenção. A coluna “Conformidade”, a preencher pelos técnicos na altura da intervenção, pode ser encarada simultaneamente como uma checklist de realização pelos técnicos e como relatório detalhado da intervenção. Na coluna “Indicação para Ordem Corretiva” permite a indicação da necessidade de abertura de uma ordem de trabalhos para intervenção corretiva, caso não tenha sido possível resolver naquela intervenção a anomalia observada.

Tarefas de Intervenção	Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem Corretiva
			Sim	Não	

Figura 50 – Bloco de informações sobre a intervenção.

Considerou-se no terceiro bloco de informação da Ficha de Manutenção Sistemática (Figura 51) o registo de informação final que completa o relatório da intervenção. No campo das “Observações” será possível explicitar ou incluir detalhes relevantes das situações de não conformidade identificadas, essenciais ao Planeamento da intervenção corretiva. Prevê-se, neste bloco da ficha de intervenção, o registo da data e da hora de conclusão dos trabalhos e, também, o registo dos técnicos e do responsável pela intervenção.


Observações:				Técnicos de Intervenção	
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:	_____

Figura 51 - Observações finais e identificação dos técnicos.

#### **4.6.4. Proposta das Fichas da Manutenção Sistemática no Bloco de Rega de Faro do Alentejo**


Apresentam-se neste item as Fichas de Manutenção Sistemática para o Bloco de Rega de Faro do Alentejo desenvolvidas no âmbito do estágio curricular (quadros 6 a 14).

**Quadro 6 - Ficha de Manutenção Sistemática na boca de rega do hidrante.**


Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Boca de Rega					
Data início:	Bloco:	Faro do Alentejo		Descrição			
Hora início:	Ativo:	H2.7-II		Manutenção Anual da Boca de Rega			
Tempo Previsto:	Localização:	Conduto 2.2, nó 2.22		Rega			
Tarefas da intervenção			Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem
					Sim	Não	Corretiva
Inspeção Visual	Estado das válvulas latch			Dispositivo de fotografia			
	Atuações elétricas sobre as válvulas latch						
	Estado geral das sondas de pressão						
	Pilotos reguladores						
	Pintura e dos níveis de corrosão						
	Funcionamento do contador (m3)						
	Controlo de caudal e pressão e leitura do contador da boca de rega						
	Fugas junto aos equipamentos e juntas de vedação						
	Mecanismo de manobra da válvula de borboleta						
	Estado de lubrificação dos mecanismos						
Medidas pró-ativas	Ensaio operacional da válvula de borboleta			N.A.			
	Ensaio operacional do seletor manual de 3 vias			N.A.			
	Ensaio operacional da boca de rega através da atuação manual do solenoide			N.A.			
	Substituição das molas e orring's, se necessário			Molas e orring's			
	Lubrificação dos componentes móveis das válvulas, se necessário			Óleo/ Massas Lubrificantes			
	Reaperto de parafusos			Jogo de Chaves			
	Correção dos pontos de corrosão, se necessário			Berbequim com escova, pinças e tintas			
	Limpeza ou substituição do filtro de "dedo"			Filtro de dedo e jogo de chaves			
Limpeza e lubrificação dos pilotos reguladores.			Óleo/ Massas Lubrificantes				
Observações:					Técnicos da Intervenção		
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:			



**Quadro 7 - Ficha de Manutenção Sistemática no corpo do hidrante.**

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Corpo do Hidrante					
Data início:	Bloco:	Faro do Alentejo		Descrição			
Hora início:	Ativo:	H3.1		Manutenção Anual do Corpo do			
Tempo Previsto:	Localização:	Conduto 3, nó 3.1		Hidrante			
Tarefas de Intervenção			Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem
					Sim	Não	Corretiva
Inspeção Visual	Pintura e dos níveis de corrosão			Dispositivo de fotografia			
	Condição de nivelamento da caixa do hidrante						
	Fugas no corpo do hidrante e/ou ventosa						
	Mecanismo de manobra da válvula de seccionamento						
	Estado de lubrificação dos mecanismos						
	Estado do orifício de saída do ar						
Limpeza	Estado de limpeza dos flutuadores						
	Limpeza geral no interior da caixa do hidrante			Vassoura, pá, balde e pano.			
	Seccionamento, desmontagem e limpeza da ventosa			Jogo de chaves e escova			
	Retirar água da caixa se for necessário			Pá, balde e motobomba.			
Cortar as ervas daninhas em volta do hidrante		Roçadora					
Medidas Pró-ativas	Reaperto de parafusos			Jogo de Chaves			
	Correção dos pontos de corrosão, se necessário			Berbequim com escova, pinças e tintas			
	Lubrificar componentes móveis, se necessário			Óleo/ Massas Lubrificantes			
	Teste do controlador de exaustão			N.A.			
	Substituição de vedantes, se necessário			Jogo de chaves e vedantes			
	Ensaio operacional da válvula			N.A.			
Lubrificação do mecanismo de comando			Óleo/ Massas Lubrificantes				
Observações:					Técnicos da Intervenção		
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:			

**Quadro 8 - Ficha de Manutenção Sistemática na descarga de fundo.**

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Descarga de Fundo					
Data início:	Bloco:	Faro do Alentejo		Descrição			
Hora início:	Ativo:	DF3A.1		Manutenção Anual da Descarga de Fundo			
Tempo Previsto:	Localização:	Conduto 3A, nó 3A.1					
Tarefas de Intervenção			Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Ordem Corretiva (Nível 2)
					Sim	Não	
Inspeção Visual	Estado geral de conservação da válvula			Dispositivo de fotografia			
	Estado das grelhas de escape						
	Estado de lubrificação dos componentes móveis						
	Possíveis fugas nas juntas e sedes de vedação						
	Nível altimétrico da caixa, se não encontra a apoiar na boca da descarga						
	Pontos de corrosão						
Limpeza	Limpeza e beneficiação geral se necessário			Pano, Produto de Limpeza, Pá e Balde			
	Remoção da água no interior da caixa de descarga de fundo			Bomba hidráulica (motobomba)			
	Cortar ervas daninhas em volta da descarga			Roçadora			
	Limpar as grelhas de escape			Escova			
Medidas Pró-Ativas	Lubrificação dos componentes móveis			Óleo/ Massas Lubrificantes			
	Reaperto dos parafusos das escadas			Jogo de Chaves			
	Reaperto dos mecanismos de fixação da haste			Jogo de Chaves			
	Correção dos pontos de corrosão, se necessário			Berbequim com escova, pinças e tintas			
	Ensaio operacional da válvula			N.A.			
Observações:					Técnicos de Intervenção		
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:			

### Quadro 9 - Ficha de Manutenção Sistemática na ventosa.

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Ventosa			EDIA	
Data início:		Bloco:	Faro do Alentejo		Descrição	
Hora início:		Ativo:	V6		Manutenção Anual Ventosa	
Tempo Previsto:	2 h	Localização:	Conduta Principal, nó 18			
Tarefas de Intervenção		Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem Corretiva
				Sim	Não	
Inspeção Visual	Pontos de corrosão		Dispositivo de fotografia			
	Estado do orifício de saída do ar					
	Estado de limpeza dos flutuadores					
	Fugas de água					
Limpeza	Limpeza geral no interior da caixa da ventosa		Vassoura e pá			
	Cortar ervas daninhas em volta da caixa da ventosa		Roçadora			
	Limpar as grelhas da caixa para escape/admissão de ar		Escova			
	Seccionamento, desmontagem e limpeza da ventosa		Jogo de Chaves e escova			
Medidas Pró-Ativas	Reaperto de parafusaria		Jogo de Chaves			
	Reparação de pontos de corrosão, se necessário		Berbequim com escova, pinças e tintas			
	Teste do controlador de exaustão		N.A.			
	Substituição de vedantes, se necessário		Jogo de Chaves e vedantes			
	Lubrificação dos componentes móveis		Óleo			
Observações:				Técnicos de Intervenção		
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:		


### Quadro 10 - Ficha de Manutenção Sistemática nas condutas.

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Condutas			EDIA	
Data início:		Bloco:	Faro do Alentejo		Descrição	
Hora início:		Ativo:	C2		Manutenção Anual das Condutas	
Tempo Previsto:	4 h	Localização:				
Tarefas de Intervenção		Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem Corretiva
				Sim	Não	
Inspeção Visual	Pontos de fuga nas juntas de desmontagem		Dispositivo de fotografia			
	Pontos de corrosão, nas caixas dos equipamentos					
	Manchas de água no solo junto aos equipamentos					
	Manchas de água no solo junto aos atravessamentos de estradas					
	Manchas de água no solo junto às ligações entre tubos					
	Tubagens na passagem de linhas de água					
Limpeza	Limpeza geral da tubagem e sua envolvente.		Vassoura, pá, balde e pano.			
	Varrimento dos sedimentos no interior dos tubos através da abertura da descarga de fundo		N.A.			
Medida Pró-ativa	Reaperto de parafusos nas juntas de desmontagem		Jogo de chaves			
	Correção de pontos de corrosão		Berbequim com escova, pinças e tintas			
Observações:				Técnicos de Intervenção		
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:		

**Quadro 11 - Ficha de Manutenção Sistemática no seccionamento de conduta com válvula de cunha.**

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Válvula de Cunha			EDIA	
Data início:		Bloco:	Faro do Alentejo	Descrição		
Hora início:		Ativo:	VS2.3	Manutenção Semestral da Caixa de Seccionamento		
Tempo Previsto:	4 h	Localização:	<a href="#">Conduta 2.1, nó 2.5</a>			
Tarefas de Intervenção		Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem Corretiva
				Sim	Não	
Inspeção Visual	Pontos de corrosão		Dispositivo de fotografia			
	Verificação de fugas no corpo da válvula, especialmente no buçim					
	Estado geral de conservação das válvulas					
	Estado de lubrificação dos componentes móveis					
	Estado geral do buçim e do empaque de vedação do castelo					
	Fugas de água nas juntas de vedação					
Limpeza	Retirar água do interior da caixa de seccionamento		Motobomba			
	Limpeza geral da válvula e sua envolvente.		Vassoura, pá, balde e pano.			
	Cortar ervas daninhas em volta da caixa da ventosa		Roçadora			
Medidas Pró-Ativas	Ensaio operacional da válvula de cunha		N.A.			
	Reaperto de parafusos		Jogo de chaves			
	Correção de pontos de corrosão, se necessário		Berbequim com escova, pinças e tintas			
	Lubrificação dos elementos móveis		Óleo/ Massas Lubrificantes			
	Correção do buçim e empaque de vedação do castelo, se necessário		Jogo de chaves			
	Acionamento e limpeza da ventosa, se aplicável		Pano e escova			
	Acionamento de descargas de fundo, se aplicável		N.A.			
	Verificação e reaperto de parafusos das escadas de acesso		Jogo de chaves			
Observações:				Técnicos de Intervenção		
Data Fim:		Hora Fim:		Responsável:		

**Quadro 12 - Ficha de Manutenção Sistemática no seccionamento de conduta com válvula de borboleta.**

Ordem de trabalhos nº:		Ficha de Manutenção Sistemática - Válvula de Borboleta						
Data início:		Bloco:	Faro do Alentejo				Descrição	
Hora início:		Ativo:	VS3A.1				Manutenção Semestral da Caixa de Seccionamento	
Tempo Previsto:		Localização:	<a href="#">Conduta 3A, nó 16</a>					
Tarefas de Intervenção			Tempo de Execução	Meios Materiais	Conformidade		Abertura de Ordem Corretiva	
					Sim	Não		
Inspeção Visual	Pontos de corrosão			Dispositivo de fotografia				
	Estado geral de conservação das válvulas							
	Estado de lubrificação dos componentes móveis							
	Mecanismo de manobra da válvula de borboleta							
	Fugas de água nas juntas de vedação							
Limpeza	Retirar água do interior da caixa de seccionamento			Motobomba				
	Limpeza geral da válvula e sua envolvente.			Vassoura, pá, balde e pano.				
	Cortar ervas daninhas em volta da caixa da ventosa			Roçadora				
Medidas Pró-Ativas	Ensaio operacional da válvula de borboleta			N.A.				
	Verificação e reaperto de parafusos			Jogo de chaves				
	Correção de pontos de corrosão, se necessário			Berbequim com escova, pinças e tintas				
	Lubrificação dos elementos móveis			Óleo/ Massas Lubrificantes				
	Lubrificação do mecanismo de comando			Óleo/ Massas Lubrificantes				
	Acionamento e limpeza da ventosa, se aplicável			Pano e escova				
	Acionamento de descargas de fundo, se aplicável			N.A.				
	Reaperto de parafusos das escadas de acesso			Jogo de chaves				
Observações:					Técnicos de Intervenção			
Data Fim:			Hora Fim:		Responsável: _____			

## **5. Considerações Finais e Sugestões de Desenvolvimento Futuro**

O estágio curricular desenvolvido no seio da EDIA, possibilitando o contacto com atividades de engenharia num ambiente empresarial, constituiu uma valiosíssima experiência formativa. A dimensão e a riqueza infraestrutural do Empreendimento de Alqueva faz dele um campo de estudo de enorme riqueza, permitindo a consolidação e o desenvolvimento de conhecimentos adquiridos na formação académica de engenharia, em particular nos domínios das estruturas e sistemas hidráulicos, da sua manutenção e da conservação ambiental. Representou uma fonte de aprendizagem contextualizada, com momentos e oportunidades de grande crescimento pessoal e profissional, refletido no desenvolvimento de competências (nomeadamente domínio da Manutenção de infraestruturas hidráulicas) da maior relevância para o exercício da engenharia ou futura integração no mercado de trabalho.

A receptividade da equipa do Departamento da Exploração da EDIA, e da sua equipa de manutenção bem como o ambiente de trabalho, proporcionaram a transmissão das suas experiências e conhecimentos sobre o sistema e respetivas exigências e preocupações de manutenção. Foi neste contexto de estágio que foi desenvolvido o reconhecimento em campo do conjunto de infraestruturas e equipamentos envolvidos no programa de manutenção, a identificação e caracterização das respetivas anomalias típicas e, também, o acompanhamento das equipas operacionais em intervenções de manutenção.

O estágio curricular orientou-se no sentido da definição de um programa de manutenção sistemática para o Bloco de Rega de Faro do Alentejo. O Programa proposto é traduzido num conjunto de fichas de manutenção formuladas para servir de base e roteiro às inspeções e às ações de manutenção periódicas, executáveis por equipas técnicas conhecedoras do sistema e dos diferentes equipamentos. Trata-se de um programa de intervenções de nível 1, que visa assegurar a deteção precoce de problemas e a sua resolução numa fase inicial, tipicamente com custos muito mais reduzidos do que os custos envolvidos quando as anomalias são detetadas numa fase mais avançada (tipicamente mais onerosos).

A conceção das Fichas procurou a constituição de instrumentos simples, de fácil utilização que, através do seguimento das etapas nelas previstas, conduzissem a um diagnóstico geral e à manutenção preventiva dos diferentes equipamentos integrantes no Bloco de Rega de Faro do Alentejo. Procurou-se disponibilizar um instrumento que servisse de apoio ao levantamento das anomalias suscetíveis de serem identificadas com intervenções de nível 1, admitindo-o passível de integração no Sistema de Manutenção da EDIA.

Perspetivando o prosseguimento do trabalho desenvolvido apresentam-se as seguintes sugestões:

- extensão do Programa de Manutenção Sistemática a outros Blocos do perímetro de rega do Alqueva, incluindo o desenvolvimento de Fichas de Manutenção Sistemática a aplicar a reservatórios e estações elevatórias;
- desenvolvimento de Programas de Manutenção Condicionada para os diferentes equipamentos e infraestruturas da rede secundária do Empreendimento de Alqueva, completando a definição do Programa de Manutenção Preventiva deste importante sistemas de distribuição de água para rega.

## Bibliografia

- ❖ Bermad. [s.d.]. *Válvulas de Controle*. [s.l.].[s.n.].[p.20-25 e 36-39].
- ❖ Brito, Mário (2003). *Manutenção, Manual Pedagógico PRONACI*. Leça da Palmeira, AEP;
- ❖ Caetano, R. F. D. (2009), *Desenvolvimento do Sistema de Gestão da Manutenção da CIPAN*, Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico;
- ❖ Collen, Inês Flores (2003). *A Manutenção Periódica de Edifícios*, [s.l.], PlanetCad;
- ❖ *Decreto-Lei nº409/93*. D.R. I Série 290 (1993/12/14), [p.6943-6947];
- ❖ EDIA, S.A. (2012), *REEO, Regime de Exploração Experimental da Obra, Exploração e Manutenção*;
- ❖ Ferraz, Fábio e Gome, M. e Andrade, M. (2008). *Meios de Ligação de Tubos Conexões de Tubulação Válvulas Industriais*, Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia;
- ❖ Hidrenki (2009), *Recomendações para a instalação, manutenção e reparação de hidrómetros Bermad série 900*, Santarém;
- ❖ Hidroprojecto e Aqualogus (2004), *Projeto de Execução do Troço de Ligação Alvito-Pisão, Projeto de Execução, Volume I – Memória Geral*;
- ❖ Hidroprojecto e Aqualogus (2006), *Projeto de Execução do Troço de Ligação Alvito-Pisão, Projeto de Execução, Volume IV.2 – Reservatório de Regularização R2*;
- ❖ Hidroprojecto e Aqualogus (2006), *Projeto de Execução dos Blocos de Rega do Alvito-Pisão, Projeto de Execução, Volume III.3 Rede Secundária de Rega. Bloco de Rega de Faro*;
- ❖ Hidroprojecto e Aqualogus (2006), *Projeto de Execução dos Blocos de Rega do Alvito-Pisão, Volume VIII Gestão do Aproveitamento Hidroagrícola*;
- ❖ IAPMEI (1994). *Caderno nº 3 – Gestão da Manutenção*. Coleção O Gestor, Área de Produção;
- ❖ InterApp. [s.d.]. *Válvulas de Borboleta, Retenção e Macho Esférico*. [s.l.]. [s.n.]



- ❖ Miranda, José C. C. (2013), *Ações Preventivas e Corretivas, a Implementar Previamente ao Início da Campanha de Rega no Âmbito da Qualidade e da Fiabilidade da Rede*, Lisboa;
- ❖ Moubray, J. (2000). *Manutenção Centrada em Confiabilidade*. São Paulo. Aladon Ltda;
- ❖ Mouta, Carla S. P. (2011). *Gestão da Manutenção*, Tese de Mestrado, Universidade da Beira Interior;
- ❖ NP EN 13306 (2007). *Norma Portuguesa para terminologia de manutenção*. Instituto Português da Qualidade: Documentos impressos. Lisboa;
- ❖ Piedade, V. (2012), *Manutenção Centrada na Fiabilidade, Manutenção de Equipamentos*, Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Setúbal;
- ❖ Pitéu, João T. V. (2011). *Manutenção de Edifícios, Manutenção das Instalações Técnicas de um Grande Edifício*, Tese de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa;
- ❖ Ramos, Hélder R. (2010). *Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais, Manual de intervenção Preventiva*, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
- ❖ Santos, Flávio M. (2013). *Manutenção Preditiva e Pró-Activa. Filosofias Alternativas ou Complementares. Estudo de Caso*. Tese de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa;
- ❖ Souza, Fábio J. (2004). *Melhoria do Pilar “Manutenção Planejada” da TPM Através da Utilização do RCM para Nortear as Estratégias de Manutenção*, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
- ❖ Tecninvest (2004), *Barragem do Pisão, Estudo de Impacte Ambiental, Resumo Não Técnico*;

## WEB

- ❖ A terceira Dimensão Fotografia Aérea (2014). *Barragem de Albergaria dos Fuso (Barragem de Alvito)*. Disponível em <http://portugalfotografiaaerea.blogspot.pt/2014/02/barragem-de-alvito.html>, Acedido em 20 de outubro de 2015;

- ❖ AGRU (2011). Agruline, Installation of Large E-couplers Made of Polyethylene (>560 mm). (9.22 min). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Y0HXF2n0iZg&list=PL9-7pInq1LpsN2iwPP51FWEMh2UGUZfnn&index=2>.  
Acedido em 2 de fevereiro de 2015;
- ❖ Comissão Nacional Portuguesa das Grandes Barragens. *Barragem do Alvito*. Disponível em [http://cnpgeb.apambiente.pt/gr\\_barragens/gbportugal/FICHAS/Alvitoficha.htm](http://cnpgeb.apambiente.pt/gr_barragens/gbportugal/FICHAS/Alvitoficha.htm). Acedido em 20 de outubro de 2015;
- ❖ Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (2013). *EDIA*. Disponível em <http://www.edia.pt/pt/quem-somos/edia/11>. Acedido em 11 de janeiro de 2016;
- ❖ Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (2013). *Fins Múltiplos*. Disponível em <http://www.edia.pt/pt/o-que-e-o-alqueva/fins-multiplos/104>. Acedido em 11 de janeiro de 2016;
- ❖ Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (2013). *Gestão de Infraestruturas*. Disponível em <http://www.edia.pt/pt/o-que-fazemos/gestao-de-infraestruturas/87>. Acedido em 11 de janeiro de 2016;
- ❖ Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (2013). *O Território*. Disponível em <http://www.edia.pt/pt/o-que-e-o-alqueva/o-territorio/103>. Acedido em 11 de janeiro de 2016;
- ❖ Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (2013). *Sistema Global de Rega*. Disponível em <http://www.edia.pt/pt/o-que-e-o-alqueva/sistema-global-de-rega/106>. Acedido em 11 de janeiro de 2016;
- ❖ Instituto Superior Técnico (2011). *Órgãos de Manobra e Controlo, Tipos, Função e Localização*. Disponível em [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779578292968/S03\\_AT\\_Aulas\\_8\\_e\\_9\\_Orgaos%20e%20acessorios\\_2011\\_2012\\_V13.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779578292968/S03_AT_Aulas_8_e_9_Orgaos%20e%20acessorios_2011_2012_V13.pdf). Acedido em 13 de novembro de 2015;
- ❖ Junta de Freguesia de Beringel (2015). *História*. Disponível em <http://jfberingel.blogspot.pt/p/blog-page.html>. Acedido em 20 de outubro de 2015.
- ❖ Loksan Br (2015). *Colar de tomada para tubos de PVC e PEAD com flange*. (1.35 min). Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=StpJZ-sTTbE&index=4&list=PLmoVm5V9xIHFzvYYf3x0oC0KbC\\_rw3w1I](https://www.youtube.com/watch?v=StpJZ-sTTbE&index=4&list=PLmoVm5V9xIHFzvYYf3x0oC0KbC_rw3w1I). Acedido em 2 de fevereiro 2015;

- ❖ Prasquetti. *Válvulas de Borboleta com Flanges*. Disponível em [http://www.pasquetti.com.br/Valvulas\\_Borboleta.html](http://www.pasquetti.com.br/Valvulas_Borboleta.html). Acedido em 16 de dezembro de 2015;
- ❖ Sistema de Informação do Regadio (2005). *Caracterização da Zona de Alqueva*. Disponível em [http://sir.dgadr.pt/conteudos/gpaa/tomos/tomo\\_2.pdf](http://sir.dgadr.pt/conteudos/gpaa/tomos/tomo_2.pdf). Acedido em 20 de janeiro de 2015;
- ❖ Sistema de Informação do Regadio. *Barragem de Alvito*. Disponível em <http://sir.dgadr.pt/conteudos/regadios/barragens/BarragemAlvitoAHOdivelas.pdf>. Acedido em 20 de outubro de 2015;
- ❖ *Solda de Topo PEAD*. (4.26 min). Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=Ym0aADQEfto&index=2&list=PLmoVm5V9xIHFzvYYf3x0oC0KbC\\_rw3w1lhttps://www.youtube.com/watch?v=Y0HXF2n0jZg&list=PL9-7plng1LpsN2iwPP51FWEMh2UGUZfnn&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=Ym0aADQEfto&index=2&list=PLmoVm5V9xIHFzvYYf3x0oC0KbC_rw3w1lhttps://www.youtube.com/watch?v=Y0HXF2n0jZg&list=PL9-7plng1LpsN2iwPP51FWEMh2UGUZfnn&index=2). Acedido em 2 de fevereiro de 2015;
- ❖ Unival Válvulas e Conexões (2011). *Válvula Borboleta*. (1.52 min). Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=IDlvus85MCw&list=PLmoVm5V9xIHFzvYYf3x0oC0KbC\\_rw3w1l&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=IDlvus85MCw&list=PLmoVm5V9xIHFzvYYf3x0oC0KbC_rw3w1l&index=5). Acedido em 3 de fevereiro de 2015;
- ❖ Viegas, J. e Neves, M. (2011). *Automação dos Órgãos de Distribuição (Bocas de Rega) nas Redes de Rega Coletivas*. Disponível em <http://docplayer.com.br/9014319-Automacao-dos-orgaos-de-distribuicao-bocas-de-rega-nas-redes-de-rega-colectivas.html>. Acedido em 14 de dezembro de 2015;

## **Anexos**

- **Anexo A – Imagens da Atividade do Estágio Curricular**
  
- **Anexo B – Características dimensionais e construtivas da rede do Bloco de Rega de Faro do Alentejo**
  
- **Anexo C – Principais características do reservatório de Faro do Alentejo (R2)**
  
- **Anexo D – Necessidades hídricas no Bloco de Rega de Faro do Alentejo**
  
- **Anexo E – Características gerais do perímetro de rega de Alvito-Pisão**

## **Anexo A – Imagens da Atividade do Estágio Curricular**

- A 1 - Canal de adução Alvito-Pisão.
- A 2 - Tomada de água no canal Alvito-Pisão para derivação adutora: esq.) entrada; dir.) comporta de ensecadeira.
- A 3 - Caixa da descarga de fundo da derivação adutora em canal para o reservatório de Faro do Alentejo.
- A 4 - Tomada de água do reservatório de Faro do Alentejo.
- A 5 - Constituintes da tomada de água do reservatório de Faro do Alentejo: esq.) tamisadores; dir.) volantes de manobra das válvulas de mural da descarga de fundo.
- A 6 - Constituintes da tomada de água no reservatório de Faro do Alentejo: esq.) nível do reservatório; dir.) manobrador elétrico das comportas de vagão.
- A 7 - Componentes do reservatório de Faro do Alentejo: esq.) descarregador de segurança em forma de gaiola; dir.) bacia de dissipação por impacto da descarga de fundo.
- A 8 - Caixa da válvula de seccionamento da conduta principal da rede rega à saída do reservatório.
- A 9 - Hidrante tipo I: esq.) caixa do hidrante; dir.) corpo do hidrante com as válvulas de controlo.
- A 10 - Hidrante do tipo II: esq.) caixa do hidrante; dir.) interior da caixa, contador.
- A 11 - Hidrante do tipo III: esq.) caixa do hidrante; dir.) interior da caixa do hidrante.
- A 12 - Hidrante do tipo IV: esq.) caixa do hidrante; dir.) interior da caixa do hidrante.
- A 13 - Descarga de fundo: esq.) exterior da caixa da descarga de fundo; dir.) interior da descarga de fundo repleta de água.
- A 14 - Entrada para caixa da válvula de seccionamento: esq.) vista exterior; dir.) vista interior.
- A 15 - Válvulas de seccionamento: esq.) válvula de borboleta; dir.) válvula de cunha.
- A 16 - Ventosa situada num ponto alto da rede.
- A 17 - Manobra de fecho da válvula de seccionamento.
- A 18 - Trabalho de retificação da cota de implantação das caixas dos hidrantes do tipo I.



A 1 - Canal de adução Alvito-Pisão.



A 2 - Tomada de água no canal Alvito-Pisão para derivação adutora: esq.) entrada; dir.) comporta de ensecadeira.



A 3 - Caixa da descarga de fundo da derivação adutora em canal para o reservatório de Faro do Alentejo.



A 4 - Tomada de água do reservatório de Faro do Alentejo.



A 5 - Constituintes da tomada de água do reservatório de Faro do Alentejo: esq.) tamisadores; dir.) volantes de manobra das válvulas de mural da descarga de fundo.



A 6 - Constituintes da tomada de água no reservatório de Faro do Alentejo: esq.) nível do reservatório; dir.) manobradora elétrica das comportas de vagão.



A 7 - Componentes do reservatório de Faro do Alentejo: esq.) descarregador de segurança em forma de gaiola; dir.) bacia de dissipação por impacto da descarga de fundo.



A 8 - Caixa da válvula de seccionamento da conduta principal da rede rega à saída do reservatório.



A 9 - Hidrante tipo I: esq.) caixa do hidrante; dir.) corpo do hidrante com as válvulas de controlo.





A 10 - Hidrante do tipo II: esq.) caixa do hidrante; dir.) interior da caixa, contador.



A 11 - Hidrante do tipo III: esq.) caixa do hidrante; dir.) interior da caixa do hidrante.



A 12 - Hidrante do tipo IV: esq.) caixa do hidrante; dir.) interior da caixa do hidrante.



A 13 - Descarga de fundo: esq.) exterior da caixa da descarga de fundo; dir.) interior da descarga de fundo repleta de água.



A 14 - Entrada para caixa da válvula de seccionamento: esq.) vista exterior; dir.) vista interior.



A 15 - Válvulas de seccionamento: esq.) válvula de borboleta; dir.) válvula de cunha.



A 16 - Ventosa situada num ponto alto da rede.



A 17 - Manobra de fecho da válvula de seccionamento.



A 18 - Trabalho de retificação da cota de implantação das caixas dos hidrantes do tipo I.

## Anexo B – Características dimensionais e construtivas da rede do Bloco de Rega de Faro do Alentejo

### B.1 – Hidrantes

No. Do Hidrante	Localização		Tipo	No. Bocas de Rega	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Perda de Carga (m)	Pressão Mínima (m)	Diâmetro do Hidrante (mm)	Diâmetro das Bocas de Rega (mm)		
	Conduto	Nó							Nº da UR	1	2
H1	CP	5	1	1	40	4,5	10,0	100	100		3
H3	C3A	3A.4	II	1	310	7,4	10,2	200	200		
H4	CP	30	IV	3	3 x 240	6	13,4	350	200	200	200
H1.1	C1	1.1	III	2	2 x 180	4,5	8,1	250	200	200	
H1.2	C1	1.4	III	2	2 x 220	5,5	9,6	300	200	200	
H1.3	C1	1.6	III	2	2 x 240	5,9	7,7	300	200	200	
H2.2	C2	2.9	III	2	200 + 120	5,3	16,7	250	200	150	
H2.3	C2	2.13	IV	3	200 + 2x200	5,6	16,4	300	200	200	200
H2.4	C2	2.16	II	1	180	4,1	15,8	200	200		
H2.5	C2	2.17	II	1	180	4,1	14,2	200	200		
H2.6	C2.1	2.19	III	2	2 x 280	6,8	13,9	300	200	200	
H2.7	C2.2	2.22	III	2	2 x 180	4,5	15,3	250	200	200	
H2.8	C2.2	2.23	II	1	160	4,1	13,5	200	200		
H3.1	C3	3.1	III	2	2 x 180	4,5	15,5	250	200	200	
H3.2	C3	3.3	III	2	2 x 180	4,5	13,3	250	200	200	

## **B.2 – Ventosas**

No. Da Ventosa	Localização		Diâmetro conduta (mm)	Diâmetro (mm)
	Conduta	Nó		
V1	CP	4	1200	200
V2	CP	8	800	150
V3	CP	11	800	150
V4	CP	13	800	150
V5	CP	15	800	150
V6	CP	18	600	100
V7	CP	22	600	100
V8	CP	24	600	100
V9	CP	27	450	100
V10	CP	29	450	100
V1.1	C1	1.3	800	150
V2.1	C2	2.2	800	150
V2.2	C2	2.4	800	150
V2.3	C2	2.10	600	100
V2.4	C2	2.14	400	100
V2.5	C2.2	2.20	500	100
V3A.1	C3A.1	3A.2	400	100
V3.1	C3-1	3,4	315	100
V3.2	C3-1	3,6	315	100

## **B.3 – Válvulas de seccionamento**

No. Da Válvula	Localização em perfil		Tipo	Diâmetro conduta (mm)	Diâmetro válvula (mm)
	Conduta	Nó			
VS1	CP	16	Borboleta	600	600
VS1.1	C1	3	Borboleta	800	600
VS2.1	C2	6	Borboleta	800	600
VS2.2	C2	2.5	Borboleta	700	500
VS2.3	C2.1	2.5	Cunha	400	300
VS3A.1	C3A	16	Borboleta	400	400
VS3.1	C3	26	Borboleta	450	450

#### **B.4 – Descargas de fundo**

No. Da Descarga	Localização		Diâmetro conduta (mm)	Diâmetro (mm)
	Conduta	Nó		
DF1	CP	2	1400	200
DF2	CP	7	800	125
DF3	CP	10	800	125
DF4	CP	12	800	125
DF5	CP	14	800	125
DF6	CP	17	600	100
DF7	CP	21	600	100
DF8	CP	23	600	100
DF9	CP	25	600	100
DF10	CP	28	450	100
DF11	CP	30A	450	100
DF1.1	C1	1.2	800	125
DF1.2	C1	1,5	600	100
DF2.1	C2	2.3	800	125
DF2.2	C2	2.8	700	125
DF2.3	C2	2.12	600	100
DF2.4	C2	2.15	400	100
DF2.5	C2.1	2.18	400	100
DF2.6	C2.2	2.21	500	100
DF3A.1	C3A	3A.1	400	100
DF3A.2	C3A	3A.2	400	100
DF3.1	C3	3.2	400	100
DF3.2	C3-1	3,5	315	100
DF3.3	C3-1	3,7	250	100

## B.5 – Tubagens

Conduta	Nó a juzante	Troço	Hidrante/ Conduta	L (m)	Material	Diâmetro (mm)	Classe pressão	Diâmetro interno (mm)	Q (l/s)	v (m/s)	Pressão	
											mínima (m)	máxima (m)
CP	1											
	2	1	C1	474	BT	1400	6	1400	1794	1,17	6,2	10
	3	2	H1	347	BT	1200	6	1200	1439	1,27	10,0	14,2
	4	3	C2	370	BT	1200	6	1200	1428	1,26	14,3	18,8
	5	4	Ponto H2	471	PEAD	800	6	738,8	672	1,57	11,6	17,2
	6	5	C3a	1065	PEAD	800	6	738,8	572	1,33	12,1	19,6
	7	6	C3	1332	PEAD	630	6	581,8	400	1,50	5,6	16,9
	8	7	H4	1501	PEAD	450	6	396,6	200	1,62	13,4	32,5
C1	9	8	H1.1	153	PEAD	800	6	738,8	355	0,83	8,1	12
	10	9	H1.2	558	PEAD	800	6	738,8	255	0,59	9,6	13,8
	11	10	H1.3	158	PEAD	630	6	581,8	133	0,50	7,7	11,9
C2	13	12	Ponto H2.1	1	PEAD	800	6	738,8	756	1,76	14,2	18,7
	14	13	C2.1	1658	PEAD	800	6	738,8	656	1,53	12,9	21,1
	15	14	H2.2	725	PEAD	710	6	655,6	500	1,48	16,7	26,7
	16	15	C2.2	340	PEAD	630	6	581,8	411	1,55	16,5	27,5
	17	16	H2.3	266	PEAD	630	6	581,8	267	1,00	16,4	27,8
	18	17	H2.4	226	PEAD	400	6	352,6	100	1,02	15,8	27,7
	19	18	H2.5	169	PEAD	250	6	220,4	50	1,31	14,2	27,3
	20	19	H2.6	537	PEAD	400	6	352,6	156	1,60	13,9	25,3
C2.1	21	20	H2.7	965	PEAD	500	6	440,8	144	0,94	15,3	27,9
	22	21	H2.8	302	PEAD	315	6	277,6	44	0,73	13,5	26,7
C3a			H3	939	PEAD	400	6	352,6	86	0,88	10,2	19,5
C3	23	22	C3.1	181	PEAD	450	6	396,6	200	1,62	15,5	27,7
	24	23	H3.2	128	PEAD	400	6	352,6	100	1,02	18,1	30,6
C3.1			H3.1	759	PEAD	315	6	277,6	100	1,65	13,3	31,76

## **Anexo C – Principais características do reservatório de Faro do Alentejo (R2)**

### **C.1 – Características aterro**

Altura Aterro (m)	Largura Coroamento (m)	Inclinação Montante	Inclinação Jusante	NmE (m)	NPA (m)	NMC (m)
7,6	5	1(V):3(H)	1(V):2,5(H)	176	179	179,53

### **C.2 – Área inundada por volume armazenado**

Cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
174,5	0	0
175	703	117
175,5	2570	887
176	4973	2740
176,5	8711	6117
177	12611	11418
177,5	17839	18993
178	23703	29344
178,5	29937	42723
179	37242	59485
179,5	45460	80126
180	53411	104817
180,5	61092	133421



## **Anexo D – Necessidades hídricas no Bloco de Rega de Faro do Alentejo**

### **D.1 – Modelo de ocupação adotado e necessidades anuais hídricas**

Ocupação Adotada		Necessidade hídricas úteis			
Sistema Cultural	Área Ocupada (%)	Ano Médio		Ano Crítico (Seca)	
		Julho	Ano	Julho	Ano
Milho	30,00	2598	6450	2794	6929
Trigo	20,00	0	2509	0	3059
Girassol	20,00	2393	5118	2569	5585
Culturas Industriais	30,00	1994	6679	2116	7257
Total	100,00	1856,2	5464,1	1986,8	5984,6

### **D.2 – Necessidades de água por hectare**

		Total Ponderado (m <sup>3</sup> /ha)	K	Total (m <sup>3</sup> /ha)
Ano Médio	Julho	1856,2	1,25	2320,25
	Ano	5464,1		6830,125
Ano Crítico	Julho	1986,8		2483,5
	Ano	5984,6		7480,75

## Anexo E – Características gerais do perímetro de rega de Alvito-Pisão

Blocos do Perímetro de Rega de Alvito-Pisão									
Bloco	Reservatório	Estação Elevatória	Sub-Bloco Beneficiado	Área (ha)	Nº de Prédios	Nº de Hidrantes	Nº de Bocas de Rega	Comprimento Rede (m)	Densidade (m/ha)
Cuba Oeste	R1	EE1	Cuba Oeste 1	2491,00	1463	176	371	54875	22
			Cuba Oeste 2						
Faro do Alentejo	R2	Gravítico	Faro	1544,00	27	15	27	12867	8,4
Cuba Este	R3	EE3	Cuba Este 1	2217,00	137	63	105	34104	15,4
			Cuba Este 2						
Vidigueira	R4	EE4	Vidigueira 1	2880,00	336	106	195	42336	14,7
			Vidigueira 2						
Total				9132,00	1963	360	698	144182	60,5