



Eduardo Baião Parreira Flamino Coelho

Licenciado em Ciências de Engenharia Mecânica

Implementação de programa de gestão da manutenção de um sistema de rega – caso de estudo da EDIA

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Doutor João Manuel Vicente Fradinho,
Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Coorientador: Eng. José Carlos Melo Saião, Diretor do
Departamento de Exploração e Infraestruturas de Rega,
Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2017

Implementação de programa de gestão da manutenção de um sistema de rega – caso de estudo da EDIA

Copyright © 2017 Eduardo Baião Parreira Flamino Coelho

A Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus pais e namorada, pelo apoio incondicional

Agradecimentos

Apesar do caráter individual deste trabalho, a sua realização só foi possível graças ao apoio de diversas pessoas. Todos os envolvidos sabem o apreço e gratidão que por eles sinto, pela forma como contribuíram, cada um de sua maneira, para me auxiliar na conclusão de uma das etapas mais importantes do percurso académico. Realço particularmente:

Os meus pais, pois foram o pilar de todo o meu percurso académico, por sempre acreditarem em mim e apoiarem em todas as decisões que tomei. Espero que tenham o mesmo orgulho em mim que eu tenho neles.

A minha namorada, pela força que me transmitiu em todos os momentos, sem a qual teria sido um caminho bem mais complicado.

O Professor Fradinho, pelo entusiasmo demonstrado desde o primeiro momento neste projeto, já para não falar na forma irrepreensível como sempre me guiou ao longo destes 6 meses.

A EDIA, por ter disponibilizado as suas instalações e equipamentos, particularmente os membros do DEIR, que foram prestáveis em todas as situações.

O Eng. José Carlos Saião, pela forma incrível como me acolheu e deu a conhecer a realidade de um universo totalmente novo para mim.

Os Engenheiros Técnicos e outros com quem diariamente convivi, Salomé, Lina, Mauro, Pedro, Vítor, Márcio, Luís, Ricardo, Duarte, Manuel, entre outros. Em todos os momentos me fizeram sentir “em casa”, ajudando em tudo o que pedia sem qualquer hesitação.

Todos as amizades que fiz ao longo destes anos, que me acompanharão certamente para o resto da vida e que foram fundamentais para o meu sucesso académico.

A todos os que contribuíram de forma direta ou indireta para que este momento fosse possível, o meu mais sincero obrigado!

Resumo

A gestão rigorosa de uma grande empresa tem a necessidade de continuamente minimizar todos os seus custos associados. É com base nesta premissa que surge, por parte da Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A. (EDIA), a necessidade de dispor de todos os dados necessários para a gestão eficiente dos planos de manutenção associados à rede de rega e a sua interligação com os outros sectores, nomeadamente o financeiro e os recursos humanos.

Atualmente, todas as manutenções efetuadas nos blocos de rega são realizadas após a falha de um equipamento, o que é extremamente inviável tendo em conta a dimensão do empreendimento. Pretendia-se assim a inclusão de tarefas periódicas em cada equipamento, não só para prolongar a sua vida útil, mas também por forma a evitar paragens inesperadas.

O trabalho que levou à redação desta dissertação, realizado em parceria com a EDIA, teve como principal objetivo a realização do estudo do sub-bloco de Pedrógão 1, englobando todos os equipamentos associados, cujos aspetos críticos foram listados e analisados.

Posteriormente, procedeu-se à criação de planos de manutenção preventiva para os equipamentos existentes, com a realização do estudo das tarefas e respetivas periodicidades.

Finalmente, os planos de manutenção foram carregados e programados no *software* de manutenção já existente na empresa.

A criação dos planos de manutenção pode vir a revelar-se um sucesso, com a sua entrada em vigor na próxima campanha de rega. Após essa mesma campanha de rega, caso os resultados deste projeto se revelem promissores, irão futuramente ser expandidos para os restantes blocos de rega.

Palavras-chave: Rede de Rega, Vida Útil, Manutenção Preventiva, Software de Manutenção, Campanha de Rega.

Abstract

The strict management of a large company has the need to continuously minimize all of its associated costs. It is on the basis of this premise that the Enterprise of Development and Infrastructures of Alqueva, SA (EDIA) highlights the need to have all the necessary data for the efficient management of the maintenance plans associated with the irrigation network and its interconnection with other sectors, namely financial and human resources.

Currently, all maintenance performed on the irrigation blocks are performed after the failure of an equipment, which is extremely unviable considering the size of the enterprise. It was intended to include periodic tasks in each equipment, not only to extend its service life, but also to avoid unexpected equipment failures.

The work that led to the writing of this training report, carried out in partnership with EDIA, had as main objective the study of the sub-block of Pedrógão 1, encompassing all associated equipment, whose critical aspects were listed and analyzed.

Subsequently, preventive maintenance plans were created for the existing equipment, with the accomplishment of the study of the tasks and their respective periodicities.

Finally, the maintenance plans have been loaded and programmed into existing maintenance software in the company.

The creation of maintenance plans is expected to be a success, with its startup scheduled to the next irrigation campaign. After that irrigation campaign, if the results of this project prove to be promising, they will be expanded to the remaining irrigation blocks in the future.

Keywords: Irrigation Network, Service Life, Preventive Maintenance, Maintenance Software, Irrigation Campaign.

Índice de Matérias

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento geral do tema	1
1.2	Objetivos do projeto	2
1.3	Estrutura da Dissertação	3
2	EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A.....	5
2.1	Caracterização da empresa	5
2.1.1	História.....	5
2.1.2	Estrutura da Empresa – Organograma.....	6
2.2	Sistema Global de Rega - Departamento de Exploração de Infraestruturas de Rega....	6
3	Organização da Manutenção	13
3.1	Conceito de Manutenção	13
3.2	Evolução de Manutenção	13
3.3	Objetivos e Importância da Manutenção.....	16
3.4	Tipos de Manutenção	19
3.4.1	Manutenção Preventiva Sistemática.....	20
3.4.2	Manutenção Preventiva Condicionada	22
3.4.3	Manutenção Corretiva/Curativa	25
3.5	Gestão da Manutenção	26
3.5.1	Enquadramento Geral.....	26
3.5.2	EDIA - Estrutura da Manutenção	27
3.5.3	Níveis de Intervenção.....	28
3.5.4	Software de gestão da manutenção	30
3.5.5	Gestão de Stocks – Peças consumíveis	31
3.5.6	Indicadores de Manutenção.....	31
4	Principais equipamentos do sistema de rega	33
4.1	Condutas.....	33
4.2	Reservatórios.....	35
4.3	Juntas.....	36
4.4	Válvulas.....	37
4.5	Descargas de Fundo	41
4.6	Ventosas	42
4.7	Hidrantes	43
5	Caso de estudo – Sub-bloco Pedrógão 1	49
5.1	Descrição geral do circuito hidráulico de Pedrógão.....	49

5.2	Estação elevatória de Pedrógão 1	51
5.2.1	Elementos de base	51
5.2.2	Conceção e descrição geral da estação elevatória	52
5.2.3	Reservatórios Hidropneumáticos (RH's)	59
5.3	Rede de Rega de Pedrógão 1	67
5.3.1	Elementos de Base e Conceção Geral	67
5.3.2	Elementos constituintes	73
6	Software existente na EDIA	81
6.1	A SAP em Portugal	81
6.2	A SAP na EDIA	81
6.2.1	Módulo SAP Plant Maintenance (PM) – Objetivos e Enquadramento Geral	81
6.2.2	Integração com outros sistemas – Interação entre SIG e SAP	85
6.2.3	Integração com outros sistemas – Interação entre SCADA e SAP	88
6.2.4	Integração com outros módulos SAP	88
6.3	SAP PM - Processo de Manutenção	89
6.3.1	Processo de Manutenção Corretiva	91
6.3.2	Processo de Manutenção Preventiva	92
6.3.3	Processo de Manutenção de Rotáveis	93
7	Trabalho realizado e análise dos resultados	95
7.1	Enquadramento	95
7.2	Criação dos planos de manutenção	96
7.2.1	Tipo de abordagem	96
7.2.2	Definição de tarefas e periodicidades	97
7.2.3	Conceção das listas de tarefas	100
7.3	Implementação dos planos de manutenção	102
7.3.1	Criação da Estratégia de Manutenção	102
7.3.2	Criação da lista de tarefas gerais	107
7.3.3	Criação dos planos de manutenção	109
7.3.4	Programação dos planos de manutenção	112
8	Conclusões e sugestões para o futuro	117
	Referências Bibliográficas	119

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Representação da influência do EFMA em Portugal continental (www.edia.pt).....	5
Figura 2.2 - Estrutura Orgânica da EDIA (www.edia.pt).....	6
Figura 2.3 - Sistema Global de Rega (www.edia.pt).....	7
Figura 2.4 - Exemplo de adução a uma barragem (www.edia.pt).....	8
Figura 2.5 - Esquema do Aproveitamento de Pedrogão-Selmes (adaptado de Miranda, 2013)..	10
Figura 2.6 - Esquema dos subsistemas do EFMA.....	11
Figura 3.1 - Evolução da manutenção ao longo das gerações.....	15
Figura 3.2 - Curva da Banheira, representativa dos tipos de manutenção nas 3 fases de vida de um equipamento (adaptado de Pitéu, 2011)	17
Figura 3.3 - Principais diretivas na base do desenvolvimento das estratégias de Manutenção...	17
Figura 3.4 - Expressão para avaliação dos resultados da Manutenção.....	18
Figura 3.5 - Organograma de Manutenção segundo Brito (2003).....	19
Figura 3.6 - Organograma de Manutenção segundo Pitéu (2011).....	20
Figura 3.7 - Esquema Temporal da Manutenção Sistemática Preventiva	20
Figura 3.8 - Esquema temporal da manutenção curativa	26
Figura 3.9 - Organograma de Manutenção definido pela EDIA	28
Figura 4.1 - Tubo de betão armado (cima); Tubo de PEAD (baixo).....	33
Figura 4.2 - Ligação electro soldada em PEAD	34
Figura 4.3 - Soldadura topo a topo e ligação flangeada	34
Figura 4.4 - Reservatório com membrana impermeável (www.edia.pt)	36
Figura 4.5 - Exemplo de juntas de desmontagem e de dilatação (www.hidrenki.pt).....	36
Figura 4.6 - Conduta com válvula de borboleta e bypass com válvula de cunha.....	37
Figura 4.7 - Válvula de borboleta com acionamento manual (www.directindustry.com)	38
Figura 4.8- Válvula de cunha (esquerda) e o seu desenho em corte (direita).....	38
Figura 4.9 - Esquema de funcionamento de válvula de diafragma (www.sapiensman.com).....	39
Figura 4.10 - Seletor de pressão (esquerda); Registo de três vias (centro); Filtro em linha (direita) (www.edia.pt).....	40
Figura 4.11 - Esquema em corte de válvula solenóide piloto (www.edia.pt)	40
Figura 4.12- Esquema de Descarga de Fundo (www.edia.pt).....	41
Figura 4.13 - Esquema em corte de dois modelos de ventosas de triplo efeito.....	43
Figura 4.14 - Ventosa de triplo efeito e respetiva válvula de isolamento (www.hidrenki.pt).....	43
Figura 4.15 - Hidrante em caixa subterrânea (esquerda); Hidrante em caixa de superfície (direita) (www.hidrenki.pt)	44
Figura 4.16 - Esquema de Hidrante Tipo I (www.edia.pt).....	45
Figura 4.17 - Esquema de Hidrante Tipo II (www.edia.pt).....	45

Figura 4.18 - Esquema (vista de topo) de Hidrante Tipo III (www.edia.pt)	46
Figura 4.19 - Esquema (vista de topo) de Hidrante Tipo IV (www.edia.pt)	47
Figura 5.1 - Sub-bloco de Pedrogão 1	51
Figura 5.2 - Curva característica da rede de rega	52
Figura 5.3 - Funcionamento da Estação Elevatória em Regime Contínuo.....	54
Figura 5.4 - Vista explodida do sistema de filtragem.....	58
Figura 5.5 - Reservatórios Hidropneumáticos.....	59
Figura 5.6 - Ponte Rolante típica de estação elevatória	63
Figura 5.7 - Central hidropneumática típica de estação elevatória	64
Figura 6.1 - Redução de passos associada ao módulo PM (<i>Transforming Asset Intensive Businesses</i>	85
Figura 6.2 - Fluxo 1 de transferência de dados SIG - SAP	87
Figura 6.3 - Fluxo 2 de transferência de dados SIG - SAP	88
Figura 6.4 - Fluxo de transferência de dados SCADA – SAP.....	88
Figura 6.5 - Fluxograma processual da Manutenção Corretiva	91
Figura 6.6 - Fluxograma processual de Manutenção Preventiva	93
Figura 6.7 - Fluxograma processual da Manutenção de Rotáveis.....	93
Figura 7.1 – Metodologia seguida para a criação do Programa de Manutenção Preventiva (adaptado de Pinto, 1994).....	95
Figura 7.2 - Locais de instalação apresentados em SAP	97
Figura 7.3 - Exemplo de relatório de manutenção preventiva Siemens	98
Figura 7.4 - Válvula DN1400 destruída após falha no acionamento	100
Figura 7.5 - Exemplo de planos de manutenção considerados para cada local de instalação ...	101
Figura 7.6 - Plano de manutenção dos Quadros Elétricos.....	102
Figura 7.7 - Estrutura em SAP-PM para criação de planos de manutenção.....	102
Figura 7.8 - Fase inicial de criação da estratégia de manutenção	105
Figura 7.9 - Diferentes periodicidades criadas dentro da estratégia de manutenção.....	106
Figura 7.10 - Sequência do pacote de manutenção	106
Figura 7.11 - Fase de criação da lista de tarefas gerais para o quadro de compensação do fator de potência.	108
Figura 7.12 - Lista de tarefas associadas à manutenção do Quadro de Compensação do Fator de Potência	109
Figura 7.13 - Atribuição da estratégia de manutenção para cada tarefa.....	109
Figura 7.14 - Fase inicial de criação dos planos de manutenção.....	110
Figura 7.15 - Atribuição do local de instalação ao plano de manutenção	111
Figura 7.16 - Parâmetros de programação do plano de manutenção.....	111
Figura 7.17 - Dados de planeamento do plano de manutenção.....	112

Figura 7.18 - Seleção da lista de tarefas geral correspondente.....	112
Figura 7.19 - Fase inicial da programação dos planos de manutenção	113
Figura 7.20 - Tela principal de programação dos planos de manutenção	113
Figura 7.21 - Lista de solicitações gerada	114
Figura 7.22 - Solicitação de manutenção detalhada	115

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Indicadores Financeiros	32
Tabela 3.2 - Indicadores Operacionais	32
Tabela 5.1 - Caudal total necessário e caudais unitários dos grupos eletrobomba escolhidos....	55
Tabela 5.2 - Características principais dos grupos	56
Tabela 5.3 - Caudal Mínimo para o funcionamento em Regime Contínuo.....	59
Tabela 5.4 - Níveis de Regulação dos Reservatórios Hidropneumáticos.....	60
Tabela 5.5 - Unidades de rega delimitadas.....	69
Tabela 5.6 - Tabela de frequência por unidade de área dominada	69
Tabela 5.7 - Sistemas Culturais.....	70
Tabela 5.8 - Caudal contínuo fictício e específico no início da rede secundária	71
Tabela 5.9 - Pressão mínima a montante dos hidrantes	72
Tabela 5.10 - Extensão total das condutas por diâmetro e PN	75
Tabela 5.11 - Diâmetro das válvulas das descargas de fundo	78

Lista de Siglas e Abreviaturas

AH	Aproveitamento Hidroagrícola
CGA	Conduta Geral de Aspiração
CGC	Conduta Geral de Compressão
DEIR	Departamento de Exploração e Infraestruturas de Rega
DN	Diâmetro Nominal
DSI	Departamento de Sistemas de Informação
EDIA	Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva
EFMA	Empreendimentos de Fins Múltiplos do Alqueva
EN	Estrada Nacional
FFD	Ferro Fundido Dúctil
MCF	Manutenção Centrada em Fiabilidade
Nme	Nível Mínimo de Exploração
NPA	Nível Pleno de Armazenamento
OT	Ordem de Trabalho
PE	Pressão de Ensaio
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PM	<i>Plant Maintenance</i>
PMA	Pressão Máxima Admissível
PMC	Pressão Máxima de Cálculo
PME	Pressão Máxima de Ensaio
PMF	Pressão Máxima de Funcionamento
PMS	Pressão Máxima de Serviço
PN	Pressão Nominal
PT	Posto de Transformação
QE	Quadro Elétrico
RH	Reservatório Hidropneumático
RUD	Reservatório Unidirecional
S.A.	Sociedade Anónima
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SAP	<i>Systems, Applications & Products in Data Processing</i>
SCADA	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
SGR	Sistema Global de Rega
TPM	Manutenção Produtiva Total

1 Introdução

O final das atividades de construção de infraestruturas e da implementação da rede de rega e consequente constituição do Departamento de Exploração e Infraestruturas de Rega (DEIR) em 2010, departamento encarregue da exploração e manutenção da rede secundária de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA), levou à necessidade da criação de planos de manutenção associados a toda a rede. A empresa resolveu recorrer então a um esquema de *outsourcing*, com blocos de rega afetos a diversas empresas da área. A necessidade da EDIA ter um *software* comum a todas as empresas de manutenção, que permita manter um registo de todos os planos de manutenção, é uma das principais prioridades da empresa.

A escolha do *software* para este propósito recaiu sobre o módulo SAP PM (*Plant Maintenance*), da empresa alemã de *software* de gestão empresarial SAP SE (*Systems, Applications & Products in Data Processing*). Esta escolha teve como base a segurança e fiabilidade do sistema, bem como o facto de já existir uma licença para outros módulos utilizados pela empresa. A implementação e carregamento de dados no *software* encontra-se atualmente pendente por não existir um elemento totalmente dedicado a esta tarefa. A introdução dos dados de toda a rede de rega irá facilitar não só as operações de manutenção, como também a interligação com os restantes módulos SAP, como o financeiro, gestão de materiais ou os recursos humanos. O caso de estudo é então criar, para um determinado sub-bloco de rega, uma lista de tarefas de manutenção associada a cada equipamento existente e posteriormente o seu carregamento no *software* mencionado.

1.1 Enquadramento geral do tema

Os equipamentos que integram a rede de rega estão sujeitos a processos de desgaste ou degradação ao longo da sua exploração, com uma notória diminuição das suas condições de operacionalidade iniciais. É com base na necessidade de manter o melhor desempenho possível que surgem diversas tarefas como substituição de peças, uma simples mudança de óleo ou pintura que visam contrariar ou atrasar os processos de degradação e repor os adequados níveis da sua operacionalidade.

A manutenção é vista por Pinto (1994) como um conjunto integrado de atividades que se desenvolve durante o ciclo de vida de um determinado equipamento, sistema ou instalação, com vista a manter ou repor o seu bom funcionamento ao menor custo possível, sem sacrificar a sua qualidade e segurança. Já Cabral (1998) encara a atividade de manutenção como a combinação de diversas ações de gestão aplicadas aos equipamentos e serviços para a otimização dos seus ciclos de vida. Existe, no entanto, um consenso no que toca às finalidades da mesma:

- Reduzir custos

- Evitar paragens
- Diminuir os tempos de paragem
- Reduzir os tempos de intervenção das equipas
- Reduzir o número de avarias
- Melhorar a qualidade da produção
- Aumentar a segurança
- Aumentar o tempo de vida útil dos equipamentos

Num segmento de mercado em que a qualidade do serviço tem parâmetros exigentes, garantir a contínua operacionalidade dos equipamentos, eficaz e economicamente, torna-se um dos principais pontos de debate numa empresa como a EDIA. Assim, uma eficaz manutenção dos sistemas hidráulicos apresenta um forte impacto em diversas áreas como a económica, segurança ou fiabilidade. A utilização sazonal da rede de rega nos períodos de maio a finais de setembro (campanha de rega) implica intervenções de manutenção preventiva e corretiva que têm como propósito manter ou retomar as condições de funcionamento com a melhor qualidade, segurança e disponibilidade possíveis ao menor custo de mercado.

1.2 Objetivos do projeto

A EDIA S.A. tem a necessidade urgente de construir uma base de dados referente aos equipamentos da rede secundária de rega, base essa que será gerida através de um *software* de manutenção para que todos os relatórios de intervenções fiquem numa base de dados acessível a qualquer momento pela empresa. Faz então parte do projeto da dissertação a criação da base de dados e posterior aplicação ao *software* de gestão de manutenção. A base de dados a inserir no sistema engloba todos os elementos suscetíveis de manutenção, desde órgãos mais simples como condutas ou reservatórios até órgãos compostos por diversos elementos como estações elevatórias ou hidrantes, que serão detalhados minuciosamente na redação do relatório.

Trata-se de um trabalho longo e complexo que exige um enquadramento neste universo tal como uma formação no *software* a utilizar.

Neste contexto surge a oportunidade de fazer parte deste ambicioso projeto, que além da sua complexidade, garante uma experiência profissional invejável que irá certamente refletir-se ao longo dos anos.

De forma resumida, este trabalho incide sobretudo, numa primeira fase, na escolha de um sub-bloco de rega e no estudo dos seus elementos constituintes. Numa segunda fase, serão criados planos de manutenção preventiva para cada um dos elementos e posterior carregamento desses mesmos planos no *software* SAP.

1.3 Estrutura da Dissertação

No que respeita á estrutura do documento, esta encontra-se dividida em oito capítulos. Em seguida é a apresentada uma breve descrição de cada capítulo.

- **Capítulo 1 – Introdução**

Neste capítulo contextualiza-se o tema, sobre o qual é feita uma breve apresentação da empresa, das motivações que levaram à escolha deste projeto, os objetivos que se pretende alcançar e apresentada a estrutura do documento.

- **Capítulo 2 – Organização da Manutenção**

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre a Manutenção, no qual é apresentada a definição e importância da manutenção, a sua evolução ao longo da história, os tipos de manutenção existentes e a gestão da manutenção associada à EDIA.

- **Capítulo 3 – EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A.**

Consiste na apresentação da empresa, na sua história e estrutura atual. É também apresentado o Sistema Global de Rega da EDIA, bem como o departamento no qual se inseriu o projeto.

- **Capítulo 4 – Principais equipamentos do Sistema de Rega**

São apresentados os principais equipamentos e órgãos constituintes da rede de rega e os seus aspetos críticos. Estas noções são fundamentais para a compreensão dos capítulos seguintes.

- **Capítulo 5 – Caso de estudo – Sub-bloco Pedrógão 1**

O capítulo 5 consiste na descrição detalhada da Estação Elevatória e Rede de Rega no sub-bloco. São apresentados os seus elementos base para uma profunda compreensão da totalidade de equipamentos alvo de estudo.

- **Capítulo 6 – *Software* existente na EDIA**

Neste capítulo é abordado o *software* já utilizado pela empresa. Numa primeira fase é descrito o software e a sua presença em Portugal. Seguidamente são apresentados os motivos da sua escolha, as suas funcionalidades e a sua interligação com outros setores relevantes da EDIA.

- **Capítulo 7 – Trabalho realizado e análise de resultados**

Aqui é apresentado, passo a passo, todo o trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação, bem como todas as decisões tomadas e aos seus motivos.

- **Capítulo 8 – Conclusões e sugestões para o futuro**

Finalmente, neste último capítulo são apresentadas as conclusões deste projeto, as suas mais-valias e perspectivas para o futuro. São também apresentadas várias dificuldades encontradas ao longo do projeto, bem como sugestões para sua futura resolução.

2 EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A.

2.1 Caracterização da empresa

2.1.1 História

A EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S.A., fundada em 1995, é uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos, pertencente ao setor empresarial do Estado, que tem como missão conceber, executar, construir e explorar o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA). A empresa desenvolve um forte contributo no desenvolvimento económico e social da sua área de intervenção, a que correspondem vinte concelhos dos distritos de Beja, Évora, Portalegre e Setúbal.

Com sede em Beja, centro da região beneficiária, a EDIA tem uma orientação estratégica baseada nos eixos prioritários do aproveitamento do Empreendimento assente no recurso "Água" e no aumento da produção e rentabilização dos investimentos nas infraestruturas criadas, visando o êxito do Projeto.

O EFMA possui uma área de aproximadamente 120 000 hectares de regadio, constituindo um elevado potencial de desenvolvimento agrícola não só para a Região, mas também a nível nacional, uma vez que duplica a área pública de regadio em Portugal (EDIA, 2017). Na Figura 2.1 pode-se verificar a influência da rede de rega nas regiões adjudicadas à EDIA, com os números 1, 2 e 3 a representar a região alentejana, a albufeira do Alqueva e a área de influência do regadio, respetivamente.

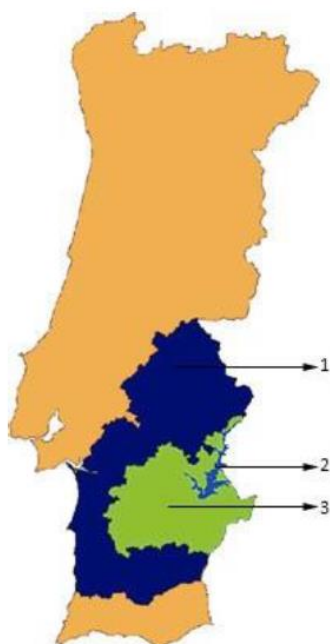


Figura 2.1 - Representação da influência do EFMA em Portugal continental (www.edia.pt)

2.1.2 Estrutura da Empresa – Organograma

Atualmente, a EDIA S.A. encontra-se estruturada como se apresenta no organograma abaixo (Figura 2.2). Todo o projeto associado à dissertação enquadra-se no Departamento de Exploração de Infraestruturas de Rega (DEIR), chefiado pelo Eng. José Carlos Saião, coordenador do projeto.

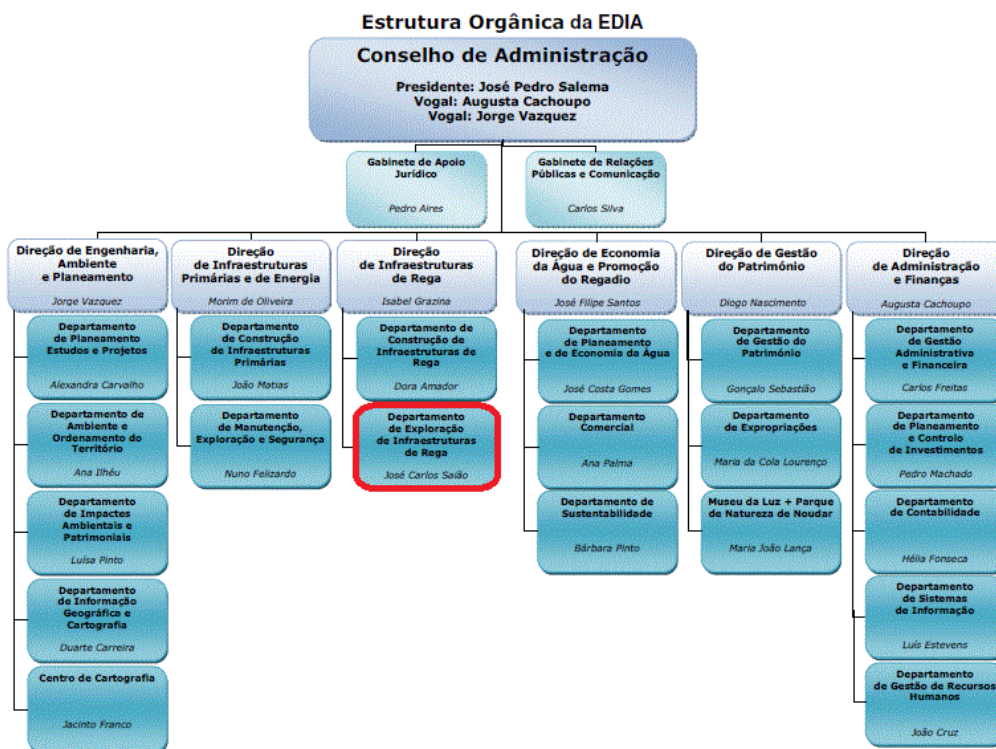


Figura 2.2 - Estrutura Orgânica da EDIA (www.edia.pt)

2.2 Sistema Global de Rega - Departamento de Exploração de Infraestruturas de Rega

O Sistema Global de Rega (SGR) é constituído por infraestruturas que garantem a adução, armazenamento e posterior distribuição de água, com a Albufeira de Alqueva a representar a principal fonte de água do sistema. A partir deste ponto, a água é transportada pelos adutores da rede primária até barragens/reservatórios que garantem a disponibilidade de água mesmo em períodos de seca extrema.

A albufeira de Alqueva tem uma capacidade para garantir autossuficiência a toda a área efetiva de regadio durante quatro anos consecutivos de seca (EDIA, 2017).

Na Figura 2.3 apresenta-se o mapa de todo o sistema global de rega do Alqueva, com a área a verde a representar a 1ª fase (área de exploração de 120 000 ha) e a área a laranja a representar a 2ª fase (área em projeto de 45 000 ha), com início previsto em 2018.

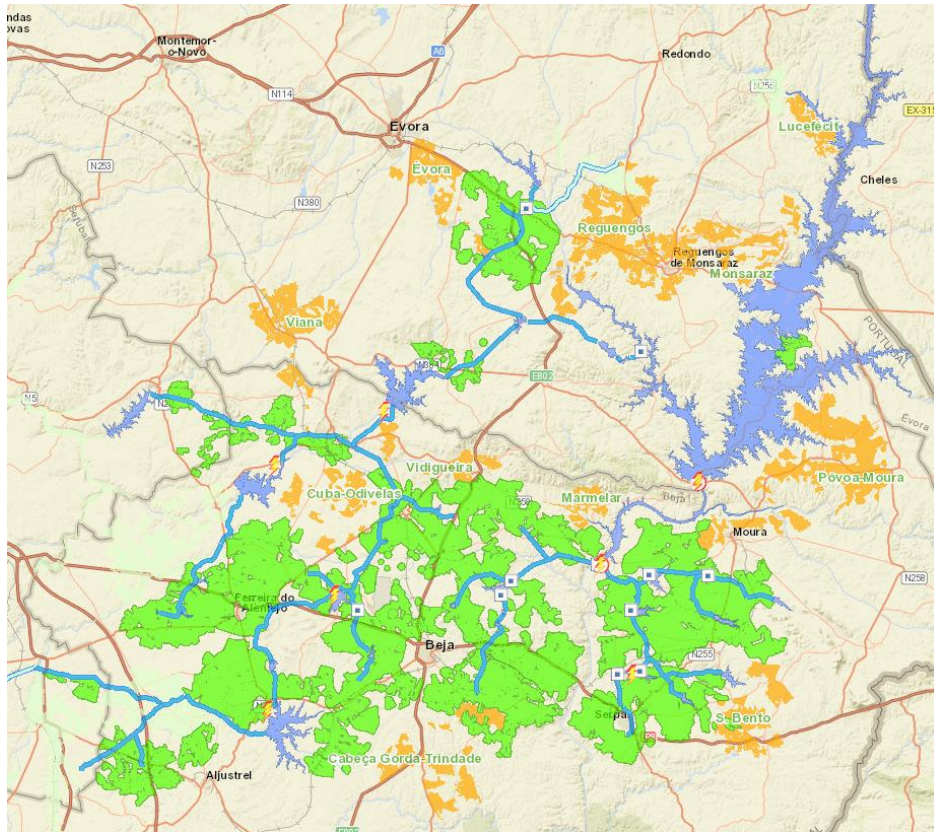


Figura 2.3 - Sistema Global de Rega (www.edia.pt)

O Sistema Global de Rega contempla diversos elementos, entre os quais 69 barragens, reservatórios e açudes, 47 estações elevatórias, 5 centrais mini-hídricas e 1 central fotovoltaica. A criação de reservatórios de regularização bem como um sistema de adução (Figura 2.4) garante o transporte de água para uma determinada região e cria condições para que posteriormente possa ter levada até ao regante.

Dentro do Sistema Global de Rega existem 2 redes de distribuição interligadas:

- Rede Primária – Rede de adução entre barragens/reservatórios de regularização (Figura 2.3 – Canais representados a azul; Figura 2.4 – Adutores). Esta rede tem um comprimento total de cerca de 380 km;
- Rede Secundária – Rede de distribuição desde as barragens/reservatórios de regularização até ao regante (bocas de rega). Esta rede tem um comprimento total de cerca de 1620 km;



Figura 2.4 - Exemplo de adução a uma barragem (www.edia.pt)

O Sistema Global de Rega de Alqueva divide-se em três subsistemas, de acordo com as diferentes origens de água, nomeadamente, Alqueva, Ardila e Pedrógão (EDIA 2017).

O Subsistema de Alqueva, com origem de água na albufeira de Alqueva, desenvolve-se a partir da Estação Elevatória dos Álamos. Esta infraestrutura permite elevar a água a uma altura de 90 m, através de uma conduta forçada com 850 m de comprimento e 3,2 m de diâmetro, para as albufeiras dos Álamos, as quais garantem a distribuição de água a todo o subsistema de Alqueva. Através do canal dos Álamos com cerca de 11 km, faz-se a ligação à Barragem do Loureiro, de onde deriva o canal Loureiro – Monte Novo, com 24 km de comprimento até à Barragem do Monte Novo. Para Sul, desde a Barragem do Loureiro, desenvolve-se o Túnel Loureiro-Alvito, com 11 km de extensão, garantindo o abastecimento à Barragem de Alvito. É a partir da Barragem de Alvito que segue o Canal Alvito – Pisão, fazendo a ligação à Barragem do Pisão, seguindo depois, através do Canal Pisão – Roxo até à Barragem do Roxo. Na envolvente dos referidos canais, desenvolvem-se os Aproveitamentos Hidroagrícolas do Monte Novo, Alvito – Pisão, Pisão, Ferreira Figueirinha e Valbom, e Alfundão em exploração. O subsistema de Alqueva abrange uma área total regada de cerca de 64 000 ha, com um total de 8.619 prédios abrangidos.

O Subsistema do Ardila, com início na estação Elevatória de Pedrógão/margem esquerda, é composto por um conjunto de 15 barragens ou reservatórios. Estende-se por mais de 60 km de rede primária e tem cerca de 270 km de condutas na rede secundária, 6 estações elevatórias e uma central mini-hídrica. Com origem de água na albufeira de Pedrógão, o subsistema do Ardila, compreende os Aproveitamento Hidroagrícolas da Orada-Amoreira, de Brinches, de Brinches-

Enxoé e de Serpa, localizados na margem esquerda do Guadiana nos concelhos de Moura e Serpa, abrange uma área total regada de 30 000 ha.

O Subsistema de Pedrógão, com início na Estação Elevatória de Pedrógão/margem direita, compreende um total de 9 barragens ou reservatórios, 3 estações elevatórias, mais de 42 km de extensão de rede primária e aduções a desenvolverem-se na região a Este de Beja, na margem direita do Rio Guadiana. O subsistema de Pedrógão abrange uma área total regada de 24 500 ha.

Cada um dos 3 subsistemas acima encontra-se dividido em blocos. No caso do Subsistema de Alqueva, a título de exemplo, este encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Bloco de Rega do Monte Novo;
- Bloco de Rega Loureiro – Alvito;
- Bloco de Rega de Vale de Gaio;
- Bloco de Rega de Alvito-Pisão;
- Bloco de Rega do Pisão;
- Bloco de Rega de Alfundão;
- Bloco de Rega de Ferreira, Figueirinha e Valbom;
- Bloco de Rega de Ervidel;
- Bloco de Rega de Beringel-Beja;
- Bloco de Rega de Cinco Reis-Trindade;
- Bloco de Rega de Rio de Moinhos;

O Aproveitamento Hidroagrícola de Pedrógão-Selmes beneficia uma área situada na envolvente da EN 258, abrangendo áreas de pequena e grande propriedade. Este aproveitamento tem com limite a Oeste o Aproveitamento Hidroagrícola de Alvito-Pisão pertencente ao Subsistema de Alqueva e a Este o Rio Guadiana.

A origem de água para este aproveitamento é o Circuito Hidráulico de Pedrógão, respetivamente através dos reservatórios de Pedrógão e Selmes e de derivações da rede primária, que beneficiam graviticamente vários reservatórios particulares já existentes

Na Figura 2.5 é apresentada uma esquematização do bloco, no qual facilmente se percebe a complexidade da rede secundária face à primária.

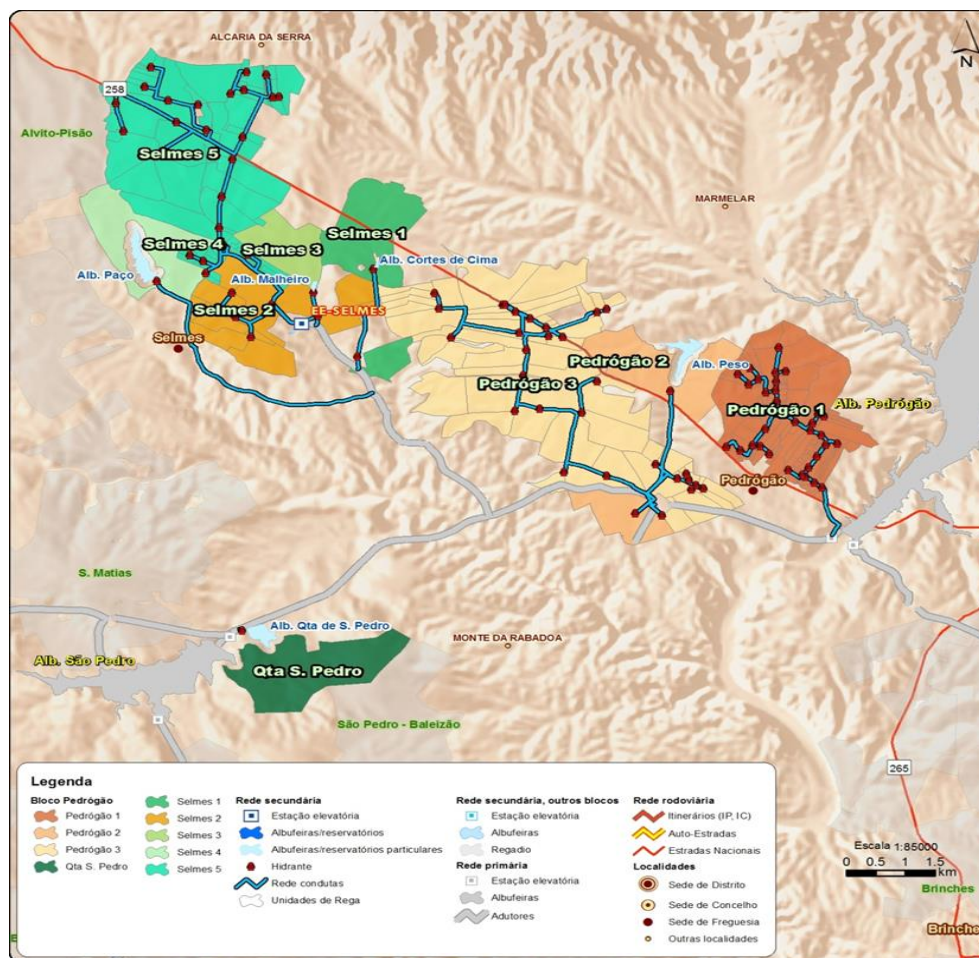


Figura 2.5 - Esquema do Aproveitamento de Pedrogão-Selmes (adaptado de Miranda, 2013)

A descrição geral acima tem como propósito apresentar a distribuição da rede de rega para um dos blocos.

O estudo individual de cada um dos restantes blocos dos 3 subsistemas não será apresentado uma vez que se trata de um estudo que, além da sua complexidade, não apresenta informações relevantes para o caso de estudo. O caso de estudo insere-se no Departamento de Exploração e Infraestruturas de Rega (DEIR), que tem a seu cargo a exploração, gestão e manutenção de toda a rede secundária de rega. Dentro do aproveitamento acima descrito, foi escolhido o sub-bloco Pedrogão 1 como alvo de estudo, contemplando a estação elevatória de Pedrogão 1 e respetiva rede de rega.

Na Figura 2.6 apresenta-se um esquema do sistema global de rega do EFMA, onde se incluem os subsistemas.

Sistema Global de Rega do Alqueva

Subsistema de Alqueva

- Bloco do Monte Novo
- Bloco do Loureiro-Alvito
- Bloco de Vale de Gaio
- Bloco de Alvito-Pisão
- Bloco do Pisão
- Bloco de Alfundão
- Bloco de Ferreira, Figueirinha e Valbom
- Bloco de Ervidel
- Bloco de Beringel-Beja
- Bloco de Cinco Reis-Trindade
- Bloco de Rio de Moinhos

Subsistema de Ardila

- Bloco de Orada-Amoreira
- Bloco de Brinches
- Bloco de Brinches-Enxoé
- Bloco de Serpa
- Bloco de Pias
- Bloco de Moura Gravítico
- Bloco de Calijos-Machados

Subsistema de Pedrógão

- **Bloco de Pedrógão-Selmes**
- Bloco de S. Matias
- Bloco de S. Pedro-Baleizão
- Bloco de Baleizão-Quintos

Figura 2.6 - Esquema dos subsistemas do EFMA

3 Organização da Manutenção

3.1 Conceito de Manutenção

Ao longo da sua exploração, todos os equipamentos estão sujeitos a processos de desgaste e de deterioração, alterando assim as suas condições normais de operacionalidade. Para que as atividades para as quais estes equipamentos foram concebidos tenham resultados positivos, é necessário que todos estes sejam mantidos nas melhores condições de funcionamento. Existem assim muitas ações técnicas de manutenção dos equipamentos que visam contrariar ou adiar os processos de degradação e repor os adequados níveis de operacionalidade, tais como inspeções programadas, reparações, apertos, substituições de peças, mudanças de óleo, calibrações, pinturas e limpezas, entre muitas outras.

A manutenção, segundo Souza (2004), define-se como o “o ato ou efeito de manter. As medidas necessárias para a conservação ou a permanência de alguma coisa ou de uma situação”. Brito (2003) entende que a manutenção, sendo alvo de reduções fortes em tempo de crise, passou a ser considerada um fator determinante na economia das empresas, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade, a livre concorrência e o aumento de produção por empregado.

Pode-se então definir que manutenção é o conjunto de ações e recursos aplicados aos equipamentos de forma a mantê-los nas condições ideais de desempenho e de projeto, visando garantir o maior alcance das suas funções dentro dos parâmetros de disponibilidade, prazos, vida útil, qualidade e custos (Tavares, 1996; Xenos, 1998).

3.2 Evolução de Manutenção

Apesar da conservação de ferramentas e de instrumentos ser uma prática observada desde os primórdios da civilização, foi apenas durante a revolução industrial (séc. XVIII), que a função da manutenção se revelou importante (Roriz, 2007). Pitéu (2011) refere que a crescente exigência relativamente aos equipamentos, acompanhada de uma dependência e de uma expectativa de fiabilidade, refletiu-se numa evolução significativa da forma como se tem encarado a manutenção.

Desde o início da era industrial até ao final da 2ª Guerra Mundial, a manutenção era puramente corretiva, sendo a atitude geral de corrigir as anomalias que iam surgindo. Porém as indústrias de transportes constituíram sempre uma exceção, porque foram obrigadas a projetar a manutenção do seu equipamento de modo a assegurar um certo grau de confiança nas unidades em serviço. Como exemplo disso temos o caso das inspeções dos motores alternativos a vapor dos primeiros navios.

Antes da 1ª Guerra Mundial (1914), a inexistência de órgão de manutenção, fazia com que a reparação de avarias fosse feita por aquele que projetava as máquinas e que treinava pessoas para as operar e consertar (Wyrebski, 1997).

Segundo Monchy (1989), o termo “manutenção” teve origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter o efetivo e o material num nível constante. Antes dos anos 30 as máquinas eram robustas e de grande duração, sendo fatores metalúrgicos e de desgaste os principais motivos de falha (Pitéu, 2011). O plano de manutenção era simples – a máquina era reconstruída ou reparada depois da ocorrência da avaria por técnicos muito qualificados. Sendo assim, a manutenção era considerada como curativa (1º geração – manutenção curativa).

A 2ª Guerra Mundial (1939), devido à carência de mão-de-obra e ao aumento do consumo de bens, trouxe consequências no que diz respeito à manutenção, nomeadamente o aparecimento da manutenção preventiva (2º geração – manutenção preventiva).

Nos anos 70 a competitividade começou-se a impor e a filosofia de manutenção predominante consistia na crença que a “avaría da máquina” era uma parte inevitável e aceitável da vida produtiva. Isto levou à conceção de processos com uma larga capacidade produtiva e uma grande quantidade de produtos em armazém. A manutenção evoluiu assim do conceito de simples reparação, onde só se intervinha para remediar a avaria, para outro em que as intervenções passaram a ser planeadas com a finalidade de evitar a avaria (3º geração – manutenção preditiva) (Monchy, 1989).

Esta manutenção preditiva, ainda hoje dominante, utiliza programas de planeamento da manutenção para controlar assim as atividades de manutenção baseadas em calendário para automaticamente conceder ordens de trabalho. À medida que crescia a aceitação desta abordagem, os fabricantes de máquinas começaram a recomendar planos de manutenção muito conservadores numa tentativa de reduzir o seu risco em garantia, aumentando assim os custos globais de manutenção com operações desnecessárias.

À medida que, desta forma, os custos de manutenção explodiam, foi desenvolvido no fim dos anos 70, um procedimento de otimização de manutenção designado por Manutenção Centrada em Fiabilidade (MCF) ou metodologia RCM (*Reliability Centered Maintenance*) para ajudar assim a reduzir o sempre crescente volume de ordens de trabalho resultante do planeamento informatizado. Os primeiros procedimentos de MCF foram muito influenciados pela segurança devido a terem tido origem na indústria aeronáutica.

Por volta da mesma altura, uma filosofia de manutenção designada por Manutenção Produtiva Total (TPM) estava a ganhar balanço entre os fabricantes japoneses. A TPM preconiza uma parceria entre a produção e a manutenção de modo a que as operações básicas de manutenção

(limpezas e inspeções) sejam efetuadas pelos operadores das máquinas, promovendo assim uma integração entre homem, máquina e empresa (Souza, 2004).

Em meados da década de 80, com os avanços tecnológicos na instrumentação e o aparecimento do computador, as empresas começaram a usufruir destes meios no planeamento das atividades de manutenção, no controlo do inventário, recolha e armazenamento de dados, histórico do equipamento, suporte logístico e apoio ao sistema de custos industriais. Estes avanços permitiram também a capacidade de prever os problemas nas máquinas, medindo a sua condição com recurso a sensores de vibrações, temperatura e ultrassons. Esta tecnologia é frequentemente referida como manutenção preditiva.

No início da década de 90 foi introduzida a abordagem da manutenção baseada em fiabilidade, que combina de uma forma eficaz as forças de todas estas estratégias e filosofias num único sistema de manutenção (Monchy, 1989).

É de realçar a fraca evolução da manutenção desde o início da era industrial até à década de 70. Neste período não eram contempladas estratégias de melhoria ou tentativas de reengenharia, além do pouco investimento. A manutenção era vista como um mal necessário, sem vista a qualquer possibilidade de otimização e melhoria no horizonte.

O último século assistiu a uma enorme evolução na sofisticação das máquinas utilizadas nos processos produtivos, provocada principalmente pelas solicitações de aumento de produtividade como fator de competitividade. Isto levou a que os equipamentos evoluíssem de sistemas puramente mecânicos para sistemas eletromecânicos, de precisão, com sofisticados controlos por computador.

Na Figura 3.1 é apresentada a evolução da manutenção ao longo das gerações.

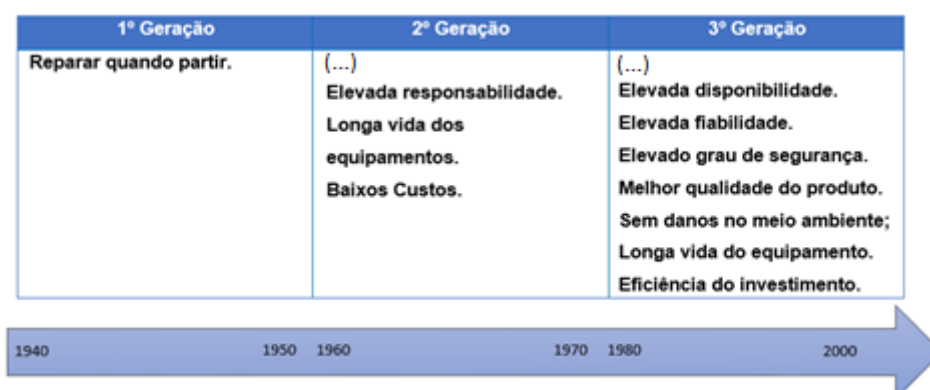


Figura 3.1 - Evolução da manutenção ao longo das gerações

3.3 Objetivos e Importância da Manutenção

Atualmente, a manutenção desempenha um papel relevante na conservação dos recursos existentes e redução do desperdício. Desta forma, a obtenção de níveis produtivos elevados das infraestruturas e equipamentos, nas melhores condições de qualidade, disponibilidade, custo e segurança, constitui o objetivo geral da manutenção (Brito, 2003).

O autor Pitéu (2011) define como objetivos da manutenção:

- Manter os equipamentos num estado de funcionamento seguro e eficiente;
- Manter os equipamentos com uma disponibilidade adequada;
- Manter os equipamentos com uma fiabilidade adequada;
- Reduzir ao mínimo os custos totais, em coerência com os objetivos anteriores.

Além destes objetivos, podem ser também definidos os seguintes:

- Diminuir o número de paragens de forma a minimizar os prejuízos para a entidade gestora e para os próprios funcionários;
- Aumentar a eficiência energética da instalação, analisando de forma sistemática o desempenho energético de cada equipamento e da própria instalação, com o objetivo de minimizar os custos;
- Aumentar a vida útil dos equipamentos e infraestruturas, mantendo a qualidade do serviço dentro dos padrões de qualidade e eficiência definidos.

Desta forma, a manutenção garante elevados níveis de satisfação dos serviços, focando-se em manter ou repor a operacionalidade, nas melhores condições de qualidade, das infraestruturas e equipamentos em todo o seu ciclo de vida.

A longevidade da vida útil das infraestruturas e equipamentos é influenciada significativamente pela qualidade da manutenção. A Figura 3.2 apresenta as diferentes fases da vida de um equipamento, e a sua relação com a taxa de avarias. Segundo Pitéu (2011), durante o período de funcionamento inicial, também conhecido como fase de rodagem, existe um número avultado de avarias, tipicamente relacionada com erros de projeto, falha de montagem e construção, ou defeitos de qualidade dos componentes incorporados.

A esta fase segue-se um período de maturidade dos equipamentos (vida útil), em que a ocorrência de avarias tem um comportamento aleatório, o que se reflete numa taxa de avarias praticamente constante e num patamar desejável. Uma manutenção apropriada garante uma maximização da longevidade desta fase, retardando o surgimento dos fenómenos de degradação (típicos do envelhecimento), que se refletem numa taxa de avarias gradual.

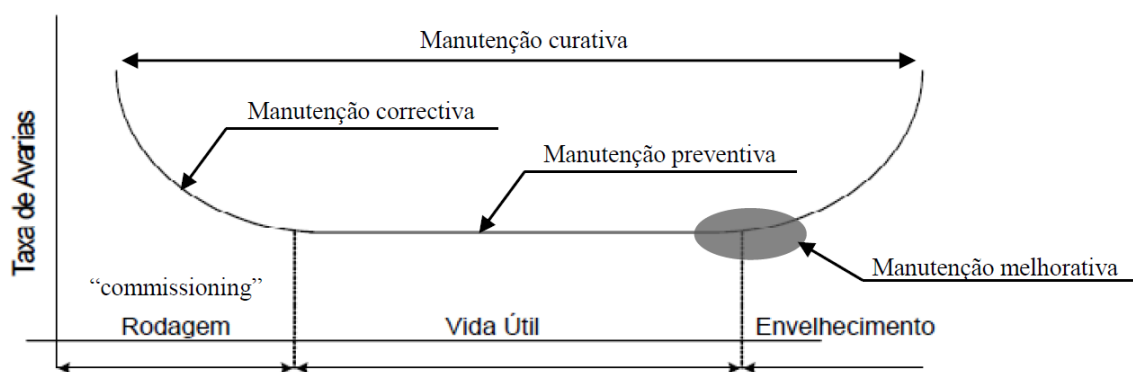


Figura 3.2 - Curva da Banheira, representativa dos tipos de manutenção nas 3 fases de vida de um equipamento (adaptado de Pitéu, 2011)

Segundo Brito (2003), a existência de uma manutenção controlada reduz perdas de produtividade relacionadas com baixos rendimentos dos equipamentos, paragens frequentes dos sistemas produtivos, acidentes e avarias graves, fatores que se refletem 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.

Na Figura 3.3 são apresentadas as diretivas principais que estão na base do desenvolvimento das estratégias de manutenção: segurança, qualidade, custos e disponibilidade. Para obter a estratégia ideal de manutenção terá de se proceder à otimização simultânea dos fatores acima, cujos interesses são frequentemente contrários. Desta forma, terá de existir uma gestão da manutenção capaz de encontrar o compromisso mais satisfatório entre as diferentes diretivas e as restrições empresariais.

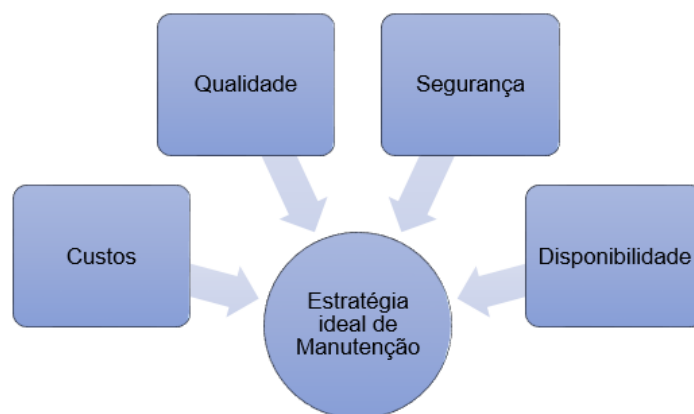


Figura 3.3 - Principais diretivas na base do desenvolvimento das estratégias de Manutenção

A manutenção desempenha um papel fulcral na melhoria da qualidade dos serviços prestados. Essa melhoria pode ser conseguida através de verificações periódicas de tolerâncias e folgas de equipamentos, procedimentos adequados à operação de mecanismos de controlo e

regulação, e calibrações devidamente parametrizadas e programadas dos instrumentos de medição e controlo.

Também a gestão eficiente da energia assume um papel significativo na manutenção, com competências como a deteção e posterior correção de todas as situações que possam conduzir ao baixo rendimento dos equipamentos ou ao desperdício energético, de combustíveis e de lubrificantes.

A atividade de manutenção irá ainda contribuir na defesa do meio ambiente, através da redução de fugas ou perdas dos sistemas, bem como na higiene, na saúde e na segurança, gerando condições adequadas de limpeza, temperatura e humidade, que promovem a longevidade dos equipamentos e infraestruturas.

De forma resumida, a manutenção afeta positivamente o desempenho e a disponibilidade de serviço do equipamento ou infraestruturas. Existem uma compensação dos custos através de benefícios diretos, mas principalmente através dos benefícios indiretos relacionados com a melhoria da rentabilidade dos serviços prestados. Desta forma, a manutenção deve ser encarada, de um ponto de vista económico, como um investimento, ao invés de um custo.

A fim de poder concluir sobre os resultados económicos da manutenção, é imprescindível conhecer os custos diretos e indiretos que lhe estão associados e, ainda, os custos da não manutenção, estes últimos de difícil quantificação, que têm como propósito transpor as eventuais perdas de receita aliada à falta de manutenção. Na Figura 3.4 é apresentada a expressão que permite obter os resultados económicos da manutenção.



Figura 3.4 - Expressão para avaliação dos resultados da Manutenção

As exigências progressivas de melhoria de qualidade dos serviços prestados pelas infraestruturas e equipamentos, imposições de segurança dos sistemas, consciencialização das necessidades de proteção ambiental e conservação de recursos, associadas à crescente competitividade de mercado, têm demarcado uma importância crescente na atividade de manutenção, que é encarada hoje em dia como vetor fundamental da economia das empresas (Brito, 2003). O avanço tecnológico cada vez mais assente e a introdução no mercado de novos materiais sintéticos promoveram o surgimento de uma vasta diversidade de processos produtivos, existindo a necessidade de técnicas qualificadas e modelos de manutenção ajustados à tecnologia dos equipamentos, à tipologia de produção e ao regime de funcionamento.

Abaixo são apresentados diversos fatores explanatórios da crescente importância da manutenção (Brito, 2003):

- Esgotamento de matérias-primas;
- Preservação e proteção ambiental;
- Exigências crescentes da qualidade, dos equipamentos e da manutenção em particular;
- Segurança das pessoas, dos equipamentos e do património;
- Melhoria na qualidade de vida;
- Automação crescente;
- Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos;
- Deterioração da resistência ao desgaste dos equipamentos;
- Aumento dos custos de manutenção.

3.4 Tipos de Manutenção

Existe uma multiplicidade de perspectivas no que toca às tipologias da manutenção encontradas na bibliografia técnica da especialidade. Brito (2003) esquematiza a manutenção como apresentado na Figura 3.5.

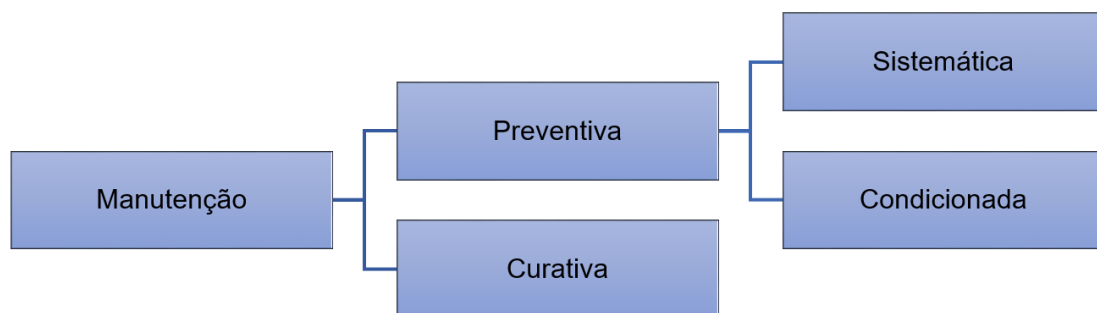


Figura 3.5 - Organograma de Manutenção segundo Brito (2003)

Já Pitéu (2011) apresenta uma estruturação mais complexa, mas mantendo a mesma linha de raciocínio, como se pode confirmar na Figura 3.6.

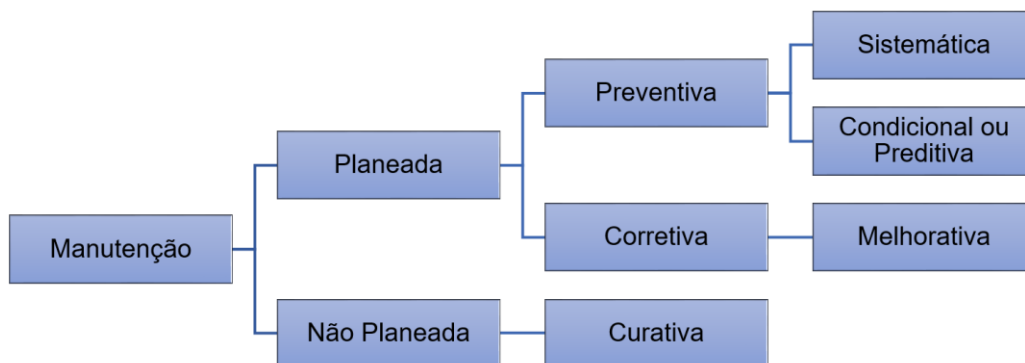


Figura 3.6 - Organograma de Manuten  o segundo Pit  u (2011)

3.4.1 Manuten  o Preventiva Sistem  tica

Entende-se por manuten  o preventiva sistem  tica as atividades de manuten  o planeadas e realizadas a intervalos predeterminados, cuja a  o corresponde a procedimentos e normas prescritas pelo fabricante/instalador, condi  es espec  ficas da instala  o, historial da instala  o e meio ambiente onde estes est  o integrados, de forma assegurar o prolongamento da vida   til e diminuir a probabilidade de falha ou a degrada  o de um equipamento. A finalidade da manuten  o preventiva    evitar quebras e paragens desnecess  rias no processo, aumentar a fiabilidade, diminuir o desgaste natural e prolongar a vida   til do equipamento, com maior produtividade e qualidade. Segundo Pit  u (2011), a manuten  o preventiva sistem  tica ocorre quando as opera  es s  o executadas a intervalos regulares de tempo de calend  rio ou noutra unidade conveniente (horas, dias, semanas, meses), dist  ncia percorrida (km), energia consumida (litros de combust  vel), etc. J   Monchy (1989) refere que a manuten  o preventiva    uma interven  o de manuten  o prevista, preparada e programada antes da data prov  vel do aparecimento de uma falha. Na Figura 3.7    apresentado o esquema temporal t  pico da manuten  o sistem  tica preventiva.

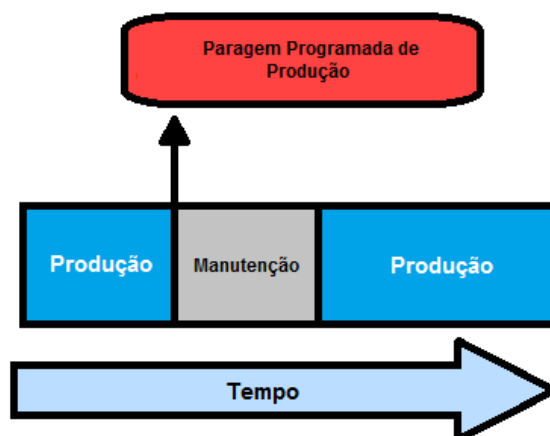


Figura 3.7 - Esquema Temporal da Manuten  o Sistem  tica Preventiva

A manutenção preventiva sistemática é normalmente utilizada nas operações de lubrificação, nas verificações periódicas obrigatórias e na substituição de componentes com custo reduzido.

As atividades de manutenção preventiva regem-se pelo plano geral de manutenção que integra o plano de lubrificação de forma a fazer coincidir as lubrificações e mudanças de óleo com outras intervenções sobre os equipamentos.

Na manutenção preventiva sistemática estão integradas ações de avaliação da instalação de modo a determinar, através de uma análise de tendências de parâmetros indicadores (vibração, temperaturas, etc) tendo em vista a realização de atividades de manutenção de base condicionada. Estas atividades e respetivos relatórios são registados num *software* de gestão da manutenção.

Atividades de manutenção preventiva, incluem:

- Limpezas, desinfecções e conservação de equipamentos e infraestruturas;
- Ensaaios operacionais;
- Reapertos;
- Verificações/afinações/calibrações;
- Lubrificações;
- Inspeções/revisões;
- Medições;
- Substituição de peças ou órgãos.

A realização das atividades de manutenção preventiva segue as normas de procedimento para a execução definidas para cada equipamento ou infraestrutura, onde estão pormenorizadas as tarefas ou trabalhos de ação planeada.

Segundo Brito (2003) as paragens sistemáticas têm um custo elevado, ainda que planeadas. As suas vantagens e desvantagens podem ser sintetizadas como apresentado abaixo.

Vantagens

- o custo de cada operação de manutenção é predeterminado;
- a gestão financeira é simplificada;
- as operações e paragens são programadas de acordo com a produção.

Desvantagens

- o custo de cada operação é elevado, devido à periodicidade;
- existe maior possibilidade de erro humano, dada a frequência de intervenção;
- o custo da mão de obra é elevado, pois, de um modo geral, estas intervenções são realizadas aos fins-de-semana;

- a desmontagem, ainda que superficial, incita à substituição de peças provocadas pela síndrome de precaução;
- a multiplicidade de operações aumenta o risco de introdução de novas avarias.

3.4.2 Manutenção Preventiva Condicionada

Entende-se por manutenção preventiva condicionada aquela que é baseada no seguimento do estado de funcionamento do equipamento e/ou de parâmetro(s) representante(s) do seu funcionamento, por forma a desencadear as necessárias intervenções de manutenção.

Para Pitéu (2011), a manutenção preventiva condicionada ocorre quando as operações são executadas não em função de uma periodicidade pré-estabelecida, mas sim em função de um diagnóstico ou quando se faz o aproveitamento da imobilização do equipamento. Brito (2003) refere que a manutenção preventiva condicionada é realizada em função do estado dos componentes do equipamento, já que a intervenção se faz apenas com a manifestação da necessidade.

A manutenção preventiva condicionada é geralmente aplicada a máquinas vitais para a produção, a equipamentos cuja avaria compromete a segurança e a equipamentos críticos, com avarias caras e frequentes. A substituição de correias ou afinação do curso da válvula por se ter detetado mau funcionamento são alguns dos exemplos de manutenção preventiva condicionada.

A manutenção por controlo de condição assume-se como um aspeto muito importante e um valioso complemento de qualquer plano de manutenção, permitindo antecipar e/ou reduzir de forma significativa o número de avarias inesperadas e controlar o estado de funcionamento dos equipamentos.

De notar que uma boa condução da instalação é sobretudo aquela que permite obter bons resultados de produção com reduzidos custos de manutenção, situação que é determinante para o bom desempenho económico de uma empresa.

Atualmente existem diversas ferramentas que tornam possível antecipar a ocorrência de situações de falha dos equipamentos. Este facto permite planear as intervenções de manutenção de acordo com as necessidades de produção da instalação, minimizando assim os custos com paragens não programadas.

As principais vantagens da manutenção de base condicionada são:

- Reduzir o número de falhas e por conseguinte das paragens não planeadas;
- Permite planear as intervenções de modo a interferir o mínimo possível com a produção;

- Diminuir os custos despendidos com a manutenção preventiva sistemática e manutenção curativa;
- Reduz a necessidade de stock de peças de reserva, com a consequente redução de custos logísticos e financeiros;
- Antecipar o conhecimento do fim da vida útil dos equipamentos/componentes, permitindo assim a adoção de medidas para ultrapassar essa situação.

As principais variáveis onde assenta a manutenção de base condicionada são:

- Medição de vibrações;
- Análise termográfica;
- Análise de óleos
- Endoscopia.

3.4.2.1 Análise de Vibrações

Todas as máquinas em funcionamento produzem vibrações que, aos poucos, conduzem a um processo de deterioração. Essa deterioração é caracterizada por uma modificação da distribuição de energia vibratória pelo conjunto dos elementos que constituem a máquina. Observando a evolução do nível de vibrações, é possível obter informações sobre o estado da máquina.

A análise das vibrações de um equipamento permite identificar, com antecipação, a presença de falhas que devem ser corrigidas, a saber:

- Rolamentos deteriorados;
- Engrenagens defeituosas;
- Acoplamentos desalinhados;
- Rotores desequilibrados;
- Eixos deformados;
- Lubrificação deficiente;
- Folgas excessivas;
- Falta de rigidez;
- Problemas aerodinâmicos;
- Problemas hidráulicos;
- Cavitação.

A análise de vibrações inicia-se pela definição e marcação nos equipamentos dos pontos de medição. De uma forma geral é aplicada a periodicidade definida no plano de manutenção

condicionada. Contudo, em situações em que situações anómalas que com potencial evolutivo, a periodicidade das medições é reduzida.

Em algumas situações específicas poderá ser necessário recorrer à monitorização de outras variáveis para garantir um diagnóstico adequado, como:

- A termografia;
- Análise de óleos lubrificantes;
- Análise de correntes.

3.4.2.2 Análise Termográfica

A análise termográfica permite identificar pontos quentes em instalações elétricas e deteção de falhas em isolamentos térmicos.

Esta a técnica possibilita ler e medir, à distância, a temperatura de operação de componentes responsáveis pelas ligações de equipamentos elétricos. Uma das principais vantagens desta técnica é a ausência da necessidade de contato com o objeto sob análise e a não interferência com a produção, já que não é necessário proceder à paragem do equipamento sob inspeção.

A termografia permite obter imagens térmicas a partir da captação das radiações térmicas, invisíveis na faixa do infravermelho, constantemente emitidas, absorvidas e reemitidas pelos corpos e objetos.

A análise termográfica é aplicada de acordo com o plano de manutenção preventiva preconizado e também, como referido anteriormente, é aplicada como análise complementar de diagnóstico às vibrações, pelo que a execução desta atividade é planeada tendo em consideração a concertação com a calendarização da análise das vibrações. A execução da análise de termográfica é antecedida do levantamento dos equipamentos, e da seleção dos pontos a inspecionar.

3.4.2.3 Análise de Óleos

A análise de óleos permite uma avaliação das condições do óleo lubrificante e identificar a necessidade de troca ou apenas reposição parcial. Esta prática, para além de racionalizar os custos de manutenção, constituiu também uma medida de sustentabilidade ambiental visto que reduz também a necessidade de tratamento ambiental deste resíduo.

A análise de óleo é aplicada como técnica de manutenção para os sistemas de lubrificação, sistemas hidráulicos e equipamentos elétricos. Esta análise pode incluir a avaliação de vários aspetos do lubrificante, nomeadamente.

- Análise físico-química;
- Rigidez dielétrica;
- Fator de potência;
- Cor;
- Tensão interfacial;
- Índice de neutralização;
- Teor de água;
- Densidade;
- Análise Cromatográfica.

3.4.2.4 Endoscopia

Através da técnica de endoscopia, é possível ter acesso remoto a equipamentos e acessórios onde as condições de entrada são extremamente limitadas ou não existem, não podendo por isso ser observadas diretamente. Esta técnica é altamente eficaz como uma ferramenta complementar de inspeção com a qual podemos realizar uma análise mais completa da integridade física do equipamento.

Os altos custos de manutenção na desmontagem e montagem de equipamentos têm levado a utilização desta técnica que permite a avaliação do estado da superfície interna dos equipamentos, juntas soldadas, etc. A análise endoscópica é também ela aplicada de acordo com o plano de manutenção preventiva preconizado.

3.4.3 Manutenção Corretiva/Curativa

Entende-se por manutenção corretiva/curativa as ações que resultam da ocorrência de falhas súbitas e imprevisíveis, dando origem a atividades não previstas no plano de manutenção preventiva, e que visam a reparação/substituição, restaurando o equipamento/instalação ao estado no qual ele(a) desempenha a sua função especificada.

Inclui-se neste conceito as atividades de manutenção destinadas a efetuar modificações ou alterações periódicas ou por objetivo corrigir o desempenho do equipamento e instalações, promover o seu ajustamento a novas condições de funcionamento ou melhorar/reabilitar as suas características operacionais, respondendo às condições nominais.

Diversos autores apresentam diferentes perspetivas, desenvolvendo o sistema de classificação das ações de manutenção e considerando outros subdomínios classificativos. Segundo Pitéu (2011), a manutenção corretiva consiste na introdução de alterações nos sistemas, mas com o objetivo de melhorar a sua eficiência e a sua fiabilidade enquanto que a manutenção curativa repõe o sistema em funcionamento após se ter verificado uma rotura, desgaste ou

desafinação excessiva a ponto de alterar drasticamente o funcionamento do sistema, situações designadas geralmente por avaria. A manutenção corretiva pode também denominar-se manutenção por melhorias (Souza, 2004).

Na Figura 3.8 é apresentado o esquema temporal da manutenção curativa.

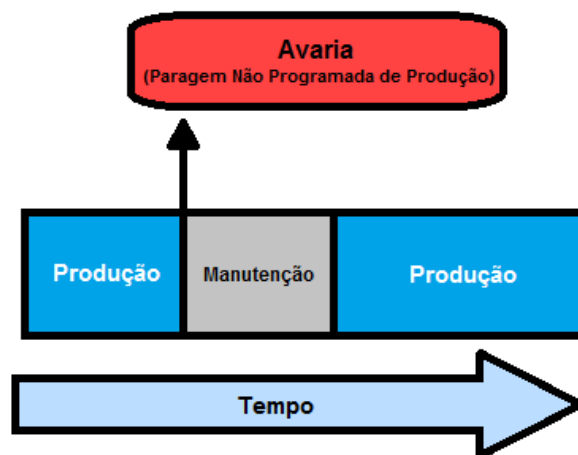


Figura 3.8 - Esquema temporal da manutenção curativa

3.5 Gestão da Manutenção

3.5.1 Enquadramento Geral

A gestão da manutenção é definida como a globalidade das atividades de gestão que demarcam os objetivos, a estratégia e responsabilidades referentes à manutenção e que implementam por diferentes meios como o planeamento, controlo, monitorização da manutenção e a melhoria de métodos na organização, abrangendo os aspetos económicos.

A gestão da manutenção tem como diretrizes:

- Catalogação do inventário e histórico dos equipamentos/ infraestruturas;
- Verificação de falhas e monitorização permanente dos equipamentos (indisponibilidades, paragens, etc.);
- Avaliação ininterrupta do estado e rentabilidade dos equipamentos e controlo dos custos;
- Gestão dos stocks da manutenção e desenvolvimento das previsões dos consumos de peças e materiais;
- Organização dos planos de calibrações e inspeções;
- Organização do plano de manutenção preventiva;
- Gestão das equipas de manutenção e fiscalização das atividades de manutenção efetuadas por serviços contratados exteriormente.

No caso da EDIA, esta gestão está sob a alçada do DEIR. O departamento em questão estrutura e fiscaliza a execução dos programas de manutenção que são desenvolvidos pelos técnicos inseridos no departamento. A formação e qualificação da mão-de-obra envolvida são fulcrais para assegurar um envolvimento apropriado e o correto envolvimento do executante quer na resolução dos problemas, quer na proposta de soluções de melhoria.

Estando perante um sistema de distribuição de água para rega, a atividade de gestão da manutenção aponta ao cumprimento das medidas de segurança de toda a globalidade do sistema de rega, a uma gestão energética harmoniosa (sistemas elevatórios), à disponibilidade máxima possível dos equipamentos e infraestruturas, à qualidade ambiental e à qualidade dos serviços prestados e água distribuída.

No que respeita a decisões estratégicas e planeamentos, a gestão da manutenção arranja as informações disponíveis, recompila os dados, elabora estatísticas e procede à análise dos resultados obtidos.

Com base nesta informação, verifica-se que os fluxogramas organizacionais, a codificação correta e atualizada dos materiais e equipamentos, os *softwares* de gestão de manutenção e stocks e os indicadores da eficiência da atividade de manutenção são conceitos basilares na gestão da manutenção.

Compete à manutenção garantir o funcionamento contínuo de um determinado serviço/produção com níveis de qualidade elevados, focando também nos fatores económicos:

- Redução dos custos diretos, consequentes do incremento da produtividade, nunca esquecendo que a previsão/controlo adequado de avarias representa custos substancialmente menores que a sua reparação;
- Maior rotatividade das peças de reserva: num ambiente planeado é possível minimizar a imobilização do stock de peças e materiais necessários;
- Economizar energia, garantido o melhor rendimento possível dos equipamentos;
- Outras metas generalizadas, como o aumento da qualidade dos serviços prestados e a minimização das quebras no fornecimento dos serviços, dos acidentes de trabalho e do impacto ambiental.

3.5.2 EDIA - Estrutura da Manutenção

Existe uma vasta panóplia de organogramas de manutenção sugeridos ou apresentados na bibliografia da especialidade. Considerando o primeiro nível organizacional, são usualmente observadas duas formas distintas de manutenção, a planeada e não planeada.

Considerando o segundo nível organizacional, a manutenção planeada engloba as tarefas de manutenção com periodicidades definidas (lubrificação, a regulação, a substituição ou a revisão geral), assumindo um carácter preventivo e/ou corretivo, visando minimizar as quebras nos serviços prestados e consequentes e custos avultados resultantes de trabalhos extraordinários. No caso da manutenção não planeada, contemplam-se as intervenções curativas realizadas após ocorrência de falhas nos equipamentos e que geralmente apresentam carácter de urgência.

No terceiro nível do organograma, a EDIA considera a subdivisão da atividade de manutenção preventiva: a manutenção sistemática e a manutenção condicionada. A manutenção sistemática considera as ações de manutenção planeadas e efetuadas com periodicidades fixadas previamente, particularmente os períodos de paragem ou interrupção do serviço de rega (de novembro a abril). A manutenção condicionada engloba todas as intervenções de manutenção desencadeadas por medições, sejam elas periódicas ou contínuas, no âmbito do controlo e monitorização de funcionamento dos equipamentos.

É com base nesta informação que foi definida a estrutura relativa à área de manutenção da EDIA, como se apresenta na Figura 3.9.

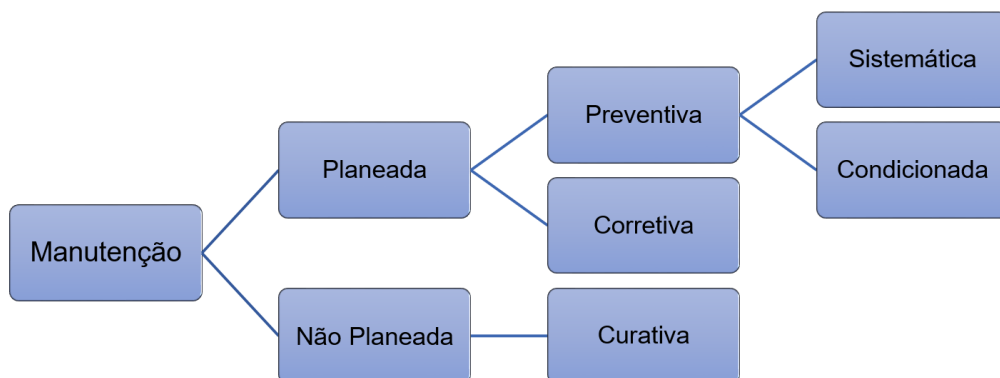


Figura 3.9 - Organograma de Manutenção definido pela EDIA

3.5.3 Níveis de Intervenção

Tipicamente distinguem-se duas metodologias na diferenciação entre níveis de intervenção de manutenção, aspeto de particular relevância na vertente da gestão da manutenção. Essa diferenciação baseia-se essencialmente no grau de exigência dos processos tecnológicos exigidos, dos equipamentos e da capacidade técnica da mão de obra disponível.

A metodologia dos “3 níveis” (Roriz, 2007) considera apenas 3 níveis de intervenção, encaixando no primeiro nível as intervenções realizadas com uma equipa interna e nos restantes níveis as intervenções efetuadas com recurso a contratos de manutenção com o fabricante ou contratos e protocolos com recurso a empresas de *outsourcing* especializadas.

- **Nível 1**

Corresponde a todas as tarefas passíveis de ser realizadas com recurso aos meios existentes na organização, isto é, são operações tipicamente efetuadas com mão-de-obra interna não especializada;

- **Nível 2**

Compreende todas as tarefas que são realizadas com recurso a mão-de-obra especializada. Assim, por norma, estes tipos de tarefas são realizadas através de contratos de manutenção;

- **Nível 3**

Engloba as tarefas que não só necessitam de mão-de-obra especializada, mas também têm que ser realizadas com recurso aos fabricantes dos equipamentos e/ou por entidades certificadas. Estas intervenções por norma dizem respeito a operações de manutenção que têm imposição legal, elevadores, equipamentos de queima, sistemas de gases especiais, entre outros.

Outra metodologia que requer uma equipa técnica robusta que consiga gerir o processo, é constituída por 5 níveis de intervenção. Esta metodologia é amplamente aplicada em sistemas de distribuição de água devido à complexidade e diversidade das infraestruturas e equipamentos.

A metodologia dos “5 níveis”, em conformidade com a AFNOR, mais concretamente a norma NFX-060-010, possui níveis que se distinguem da seguinte forma:

- **Nível 1**

Ações simples previstas pelo construtor sem a desmontagem do equipamento, ou ações de substituição de elementos de fácil acesso e sem grande nível de exigência. Ações realizadas pelo Operador. Como exemplo de ações incluídas neste âmbito, são afinações e inspeções necessárias à exploração, operações elementares de manutenção preventiva, tais como reposição de níveis de lubrificantes e carburantes.

- **Nível 2**

Reparações efetuadas por simples substituição de elementos *standard* ou ações menores de manutenção preventiva. Estas operações podem ser realizadas por um técnico habilitado ou em certas situações pelo próprio operador.

- **Nível 3**

Operações que necessitam de procedimentos complexos e/ou de equipamentos em marcha. Identificação e diagnóstico das avarias, reparação por substituição de componentes funcionais, reparações mecânicas menores. Operações a serem efetuadas por técnico especializado ou equipa de manutenção.

- **Nível 4**

Operações que necessitam de um técnico especialista ou de uma tecnologia particular. Trabalhos importantes de manutenção, corretiva ou preventiva. As ações devem ser realizadas por uma equipa de manutenção e sempre que necessário com o apoio de técnicos especializados e/ou equipamentos particulares.

- **Nível 5**

Operações onde os procedimentos implicam trabalhos especializados com tecnologias particulares e/ou desenvolvimento de procedimentos particulares. Trabalhos de renovação, de construção ou reparações importantes em oficina central ou subcontratação de equipas especializadas, com formação específica. A realização de trabalhos de manutenção deste nível deve ser efetuada por uma equipa de manutenção completa, técnicos especializados e/ou subcontratação.

3.5.4 Software de gestão da manutenção

O *software* de gestão da manutenção é uma ferramenta fundamental na planificação, implementação e inspeção das ações de manutenção preventiva e corretiva bem como na gestão de ativos e *stocks*.

Com recurso a esta tecnologia é possível assegurar o acesso a uma vasta gama de informações rigorosas acerca dos diversos equipamentos do sistema (custos dos equipamentos, datas de compra, garantias do fabricante, datas de intervenção, manuais de uso e manutenção, entre outros) e sobre os materiais em *stock*, viabilizando ainda a computação de indicadores de rentabilidade e/ou performance da manutenção (número de avarias, taxa de avarias, entre outros). Desta forma, é possível suportar o inventário do sistema e o seu histórico, essencial na monitorização permanente e controlo as falhas.

Além destes benefícios, o *software* permite ainda uma elevada 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 no planeamento de planos de calibração e de inspeção.

Na gestão dos trabalhos de manutenção o *software* permite, de uma forma generalizada, a preparação de ordens de trabalho (OT's), com a possibilidade de planeamento e reporte das diferentes informações (tempos de manutenção, de reparação, de indisponibilidade por avaria, os materiais aplicados e respetivos custos, entre outros) e renovação automática de ordens de trabalho metódicas.

No caso em concreto da EDIA, o *software* é disponibilizado às diferentes empresas de manutenção subcontratadas no âmbito desta prestação de serviços, que procedem ao registo/consulta de toda a informação relacionada com operações de manutenção, nomeadamente:

- Visualização dos pedidos de intervenção emitidos pela EDIA;
- Planeamento das ordens de trabalho (OT);
- Registo das intervenções, incluindo a conclusão das ordens de trabalho, registo de mão-de-obra e introdução de valores de medição da manutenção de base sistemática nos módulos apropriados;
- Pedidos de equipamentos, peças ou materiais ao armazém;
- Anexação de relatórios, quando exista relatório externo da intervenção.

3.5.5 Gestão de Stocks – Peças consumíveis

Assumindo-se como um dos elementos fundamentais para a realização atempada das ações de manutenção, a gestão das peças e materiais influencia a eficiência e a produtividade das atividades de manutenção. Material como ferramentaria e peças de desgaste sobresselente representam grande parte do material que é necessário existir em armazém, preparado para qualquer eventualidade. A quantidade e qualidade desses mesmos materiais faz com que a que a execução de operações dure o menor tempo possível, reduzindo o tempo de interrupção de serviço. A qualidade das peças sobressalentes é fundamental na gestão de stocks, uma vez que uma boa relação entre o custo de compra e o tempo de vida útil da peça, resulta num bom comportamento funcional e de longa duração. A quantidade de peças e ferramentas a ter em armazém é outro dos objetivos da gestão económica dos stocks.

Segundo Pitéu (2011), os custos de *stock* podem ser divididos em três tipos de despesa: aquisição de *stock*, de posse de *stock* e de rutura de *stock*. O custo de aquisição abrange não só o custo de aquisição do produto, mas também o seu transporte até ao local de armazenagem. Os custos de posse de *stock* são referentes ao capital congelado, enquanto a peça ou ferramenta estão em armazém. O custo de rutura de *stock* engloba todos os inconvenientes que possam surgir pela inexistência as peças ou materiais intrínsecos à reparação.

3.5.6 Indicadores de Manutenção

Os indicadores de manutenção avaliam as estratégias de manutenção existentes na empresa. Através dos indicadores é possível verificar se os objetivos definidos estão em conformidade e se existem desvios que forcem a tomada de ações corretivas na planificação. Os indicadores são escolhidos criteriosamente, por forma a conseguir uma imagem fiel da realidade a controlar. Estes indicadores devem abranger a totalidade da atividade de manutenção. Nas Tabelas Tabela 3.1 - Indicadores Financeiros e Tabela 3.2 - *Indicadores Operacionais* são apresentados os indicadores financeiros e operacionais respetivamente.

Tabela 3.1 - Indicadores Financeiros

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	$\frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Número de Horas de Manutenção}}$

Tabela 3.2 - Indicadores Operacionais

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	$\frac{\text{Tempo de Reparação de Avarias}}{\text{Número de Avarias}}$

4 Principais equipamentos do sistema de rega

Nesta secção são apresentadas descrições construtivas de cada um dos diversos elementos constituintes da rede de rega e do modo como se interligam, bem como os principais fatores que levam a danos ou colapso do sistema. É devido a estas debilidades inerentes à exploração de recursos hídricos que é necessária uma constante monitorização, por parte do departamento responsável pela rede de distribuição, conservação e limpeza de todos os elementos constituintes da rede, tal como da forma como isso pode interferir com a qualidade da água transportada e armazenada. Em seguida serão descritos os elementos mais relevantes da rede de rega.

4.1 Condutas

Na construção de condutas subterrâneas para a rede de distribuição são utilizados tubos de betão armado pré-esforçado com alma de aço (Figura 4.1) quando $\varnothing \geq 500\text{mm}$ e com tubos de polietileno de alta densidade (PEAD) quando $\varnothing < 500\text{mm}$.



Figura 4.1 - Tubo de betão armado (cima); Tubo de PEAD (baixo)

No caso dos tubos de betão, estes possuem uma chapa de aço no seu interior, que é posteriormente revestida interior e exteriormente com betão armado. A chapa de aço tem como principais funções a estanquicidade e conferir resistência mecânica. Os revestimentos protegem a chapa da corrosão devida ao contacto direto com a água e com o solo, contribuindo também para a resistência mecânica do tubo aos esforços resultantes de pressões tanto internas como

externas. Estes tubos são ligados através de juntas que podem ser rígidas, com uma soldadura das almas de aço e preenchimento dos chanfros interior e exteriores com betão, ou flexíveis, com uma ligação do tipo boca e anel de borracha para garantir a estanquicidade.

Os tubos de PAED apresentam vantagens significativas como a facilidade de montagem pela sua elevada flexibilidade sem sacrificar a resistência mecânica ao choque e à fissuração. As juntas de montagem para este tipo de tubos são, na maioria dos casos, soldadas topo a topo, electro soldadas ou flangeadas.

Na soldadura topo a topo, a ligação entre as faces da secção tubular é feita através do aquecimento local, seguido de compressão e arrefecimento. Já as ligações electro soldadas necessitam da adição de um anel do mesmo material que vai abraçar os dois tubos. Esse anel possui uma resistência elétrica incorporada, à qual se aplica uma tensão elétrica. O aquecimento resultante leva à fusão das paredes e a uma perfeita estanquicidade. No caso da ligação flangeada, um terminal (colarinho) do mesmo material faz a ligação ao tubo. Ao terminal é acoplado uma flange em aço que vai permitir a ligação a outros órgãos como válvulas ou hidrantes. Nas Figuras Figura 4.2 e Figura 4.3 são exemplificas os 3 tipos de ligação.

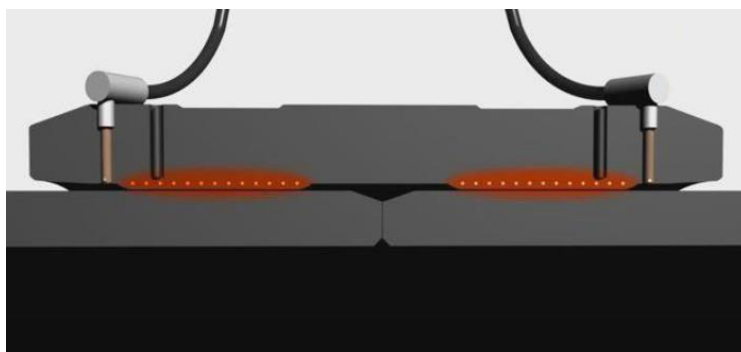


Figura 4.2 - Ligação electro soldada em PEAD

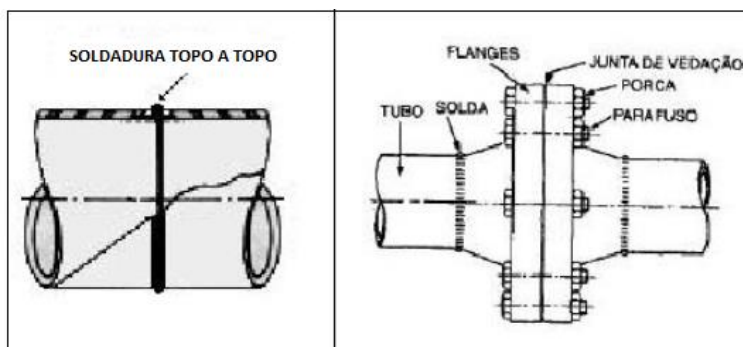


Figura 4.3 - Soldadura topo a topo e ligação flangeada

Aspetos Críticos

- Nas condutas de ambos os materiais, as juntas de ligação entre troços e a órgãos da rede representam os pontos de maior fragilidade da rede de rega, pontos esses onde ocorrem as fugas e perdas naturais de maior relevância.
- Tanto para as condutas de PEAD como de Betão Armado, outro aspeto crítico prende-se com os locais onde a rede subterrânea cruza com estradas. As estradas e caminhos de terra batida são continuamente prensados por grandes cargas que, dependendo do volume de utilização, pode levar ao colapso ou rutura das tubagens pela compactação do terreno.
- A passagem de linhas de água pelo local onde a conduita de encontra subterrada expõe as tubagens à biodiversidade existente no local e consequente desgaste exterior.
- Um aspeto crítico que ocorre nas tubagens é a sedimentação de materiais sólidos derivados da qualidade da água que a montante passa apenas por um filtro de 1,5 mm. É um fenómeno mais frequente em tubagens com baixas velocidades de escoamento tal como em pontos baixos da rede que aprisionam os sedimentos. Este aspeto não pode ser descurado uma vez que a contínua deposição dos sedimentos vai compactar, diminuindo a área de passagem e dificultando os trabalhos de remoção do material.
- Nas caixas de acesso com ligação a outros órgãos onde o nível freático é elevado, a água consegue infiltrar-se através das paredes da caixa, pela elevada porosidade do betão, inundando toda a caixa. Esta água fica aprisionada até que uma das equipas de manutenção se depare com a situação e a remova com recurso a uma bomba. Esta constante humidade leva à degradação por corrosão de todos os elementos internos à caixa.

4.2 Reservatórios

Os reservatórios funcionam como o elemento de transição entre a rede primária e secundária. A água é levada pelos adutores até aos reservatórios de regularização, onde fica armazenada para posterior distribuição para a rede secundária.

No que respeita à tipologia, os reservatórios subdividem-se em três grandes categorias: os reservatórios escavados com membrana de impermeabilização, os reservatórios barragem e os reservatórios cilíndricos em betão. Dentro destas categorias existem trinta e dois reservatórios associados à rede secundária. Dado a sua importância fundamental para a rede, os reservatórios são sempre objeto de um plano de manutenção e limpeza rigoroso. Na Figura 4.4 apresenta-se o reservatório de Brinches, no modelo com membrana de impermeabilização, o mais comum na rede secundária.



Figura 4.4 - Reservatório com membrana impermeável (www.edia.pt)

Aspetos Críticos

- Para além da vigilância e manutenção de todos os equipamentos associados aos reservatórios, é necessário controlar também o assoreamento e o crescimento de algas que se verifica ao longo dos tempos.
- Os equipamentos da estrutura de entrada, de saída, sistema de drenagem e indicador de nível têm de ter uma rotina de verificação semestral para que possa funcionar imaculadamente quando houver necessidade.

4.3 Juntas

Na ligação entre 2 elementos constituintes da rede de rega, são vulgarmente utilizadas juntas rígidas de desmontagem e/ou juntas de dilatação (Figura 4.5).

As juntas rígidas de desmontagem têm como objetivo a fácil substituição de órgãos constituintes da rede de rega e operações de manutenção. Quanto às juntas de dilatação, estas têm como propósito minimizar ou eliminar possíveis vibrações que ocorram no sistema bem como alterações na dimensão provocadas pela diferença de temperatura.



Figura 4.5 - Exemplo de juntas de desmontagem e de dilatação (www.hidrenki.pt)

Aspetos Críticos

- Por se tratarem de pontos de ligação entre troços ou órgãos, as juntas apresentam uma grande suscetibilidade a fugas.

4.4 Válvulas

O seccionamento dos blocos de rega é efetuado através de válvulas, instaladas em nós alojados em caixas de seccionamento, que por sua vez têm ligação às condutas através de passamuros em aço e ligações flangeadas. As caixas de seccionamento são construídas em betão armado, com aberturas no topo para fácil acesso e manutenção. Quando a sua altura é considerável, as caixas são munidas com escadas e guarda corpos.

As válvulas integrantes do sistema são do tipo borboleta, quando instaladas nas condutas de maior diâmetro e a montante das bocas de ligação aos regantes. As válvulas tipo cunha são integradas nas descargas de fundo, derivações para ventosas e circuitos *bypass* para os seccionamentos das condutas principais (Figura 4.6).



Figura 4.6 - Conduto com válvula de borboleta e *bypass* com válvula de cunha

Válvulas de Borboleta

As válvulas de seccionamento do tipo borboleta (Figura 4.7) possuem um obturador em formato de disco que, por sua vez, é colocado em rotação em torno de uma haste cilíndrica que passa pelo seu centro. Esta haste vai então ligar a um atuador que pode ser, tanto manual, como pneumático ou elétrico. A estanquicidade da válvula é assegurada através de uma junta de vedação em formato anelar, colocada na orla do obturador.

Este tipo de válvulas pode ser utilizado tanto para bloquear a passagem do fluido, como para regular o caudal.



Figura 4.7 - Válvula de borboleta com acionamento manual (www.directindustry.com)

Válvulas de Cunha

As válvulas de cunha (Figura 4.8) são munidas de um obturador em cunha com movimento perpendicular ao escoamento que se encontra ligado a uma haste que assegura o movimento de abertura e fecho da válvula. No que respeita à estanquicidade, o obturador, quando fechado, apoia-se numa sede em berço que permite, não só fornecer um ponto de apoio face ao escoamento, mas também uma melhor vedação do sistema.

Este tipo de válvulas tem como única função o bloqueio do canal, funcionando sempre na sua posição de abertura ou fecho total. Uma abertura parcial fará o escoamento incidir violentamente no obturador, provocando vibrações indesejadas derivadas da velocidade do escoamento. Este fenómeno poderá danificar e/ou desgastar o obturador e aumentar o risco de cavitação e fugas do sistema.

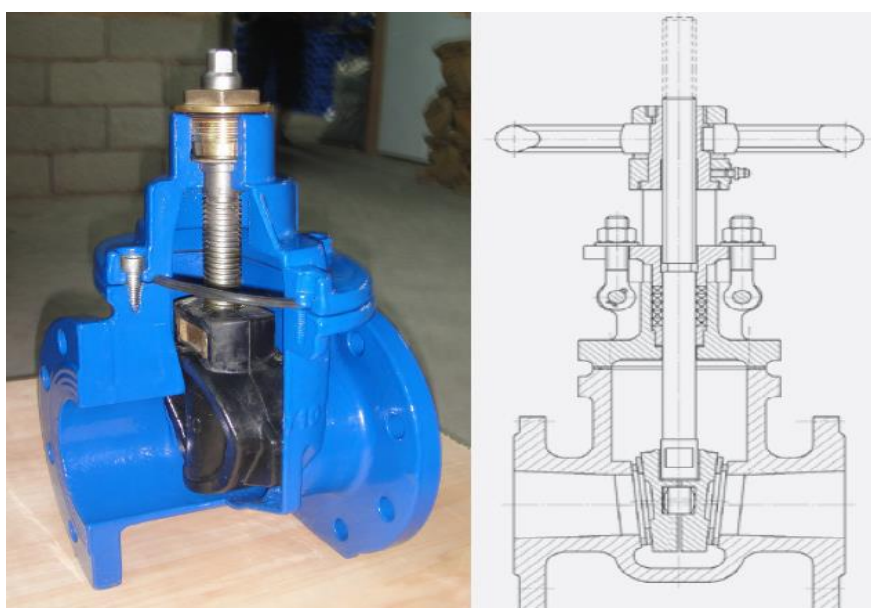


Figura 4.8- Válvula de cunha (esquerda) e o seu desenho em corte (direita)

Válvulas de Controlo

As válvulas de controlo do sistema de rega são válvulas de diafragma (Figura 4.9) que têm como principal função regular a pressão a jusante, limitar o caudal fornecido e medir o volume de água fornecido. Para cada uma destas tarefas, a válvula de controlo dispõe de um regulador de pressão, um limitador de caudal e um sistema de medição volumétrico com contador de impulsos com transmissão à distância do caudal instantâneo para o sistema de telegestão, que permite a qualquer momento a abertura ou fecho das válvulas através de ordens enviadas a um solenóide. As válvulas mantêm uma pressão de saída que lhes é imputada, bem como o valor do caudal, independentemente das possíveis flutuações de pressão ou consumo. Quando são detetados caudais superiores ao estabelecido, os pilotos limitadores estrangulam a passagem de água até regressar ao funcionamento com os parâmetros de normal funcionamento.

Está também preconizada a instalação de filtros a montante da válvula para reter pedras e quaisquer outros tipos de detritos que possam danificar o órgão, e de uma ventosa que permite a purga de ar que possa ser arrastado com o escoamento, bem como a admissão de ar caso seja necessário.

Estas válvulas encontram-se nas caixas dos hidrantes, com acesso autorizado apenas para inspeção e manutenção.

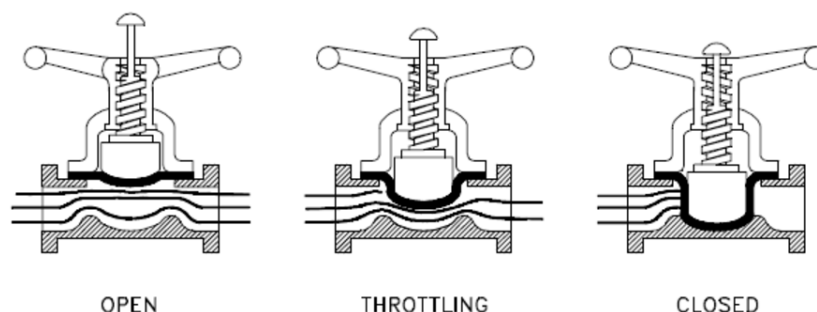


Figura 4.9 - Esquema de funcionamento de válvula de diafragma (www.sapiensman.com)

O controlo é então assegurado com recurso a uma válvula de solenóide piloto de três vias, instalado num circuito piloto munido com um seletor de pressão, um registo de três vias e um filtro em linha (Figura 4.10).

O seletor de pressão tem como função selecionar a pressão mais alta de duas fontes de pressão distintas enquanto que o registo de três vias visa permitir escolher o modo de controlo: automático, hidráulico ou por ação manual.



Figura 4.10 - Seletor de pressão (esquerda); Registo de três vias (centro); Filtro em linha (direita) (www.edia.pt)

Estas válvulas solenóide piloto (Figura 4.11) têm como intuito limitar o caudal para o valor previamente estabelecido sem que as possíveis flutuações de pressão possam afetar o sistema. Para poder assegurar esta funcionalidade, a válvula possui uma palheta que contacta diretamente com o escoamento e irá atuar no sentido da sua regulação caso o caudal seja superior ao desejado.

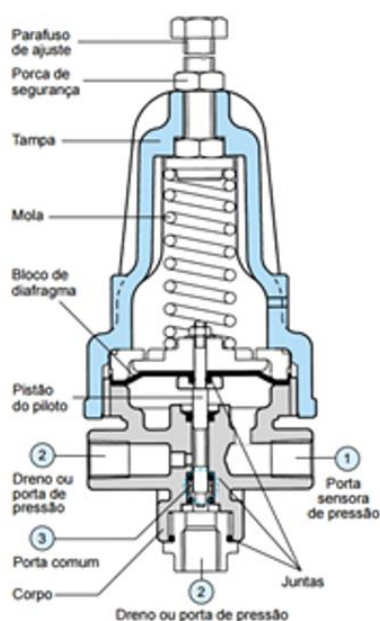


Figura 4.11 - Esquema em corte de válvula solenóide piloto (www.edia.pt)

Aspetos Críticos

- Algumas das válvulas estão situadas em caixas de seccionamento que inundam com frequência, levando à sua corrosão externa.
- A sua pouca utilização, manutenção e lubrificação durante o período de funcionamento faz com que não sejam facilmente operáveis quando solicitadas.

4.5 Descargas de Fundo

As descargas de fundo (Figura 4.12) têm como propósito esvaziar as condutas aquando de necessidades de manutenção, seja pela existência de uma rotura e sua posterior reparação, ou simplesmente para operações de limpeza.

Os diversos elementos constituintes das descargas de fundo comunicam entre si através de flanges. A descarga é feita para uma caixa de betão que é, por sua vez, drenada através de uma bomba fixa no seu interior para um ribeiro próximo. Caso a distância a um ribeiro seja considerável, são construídas valas de drenagem que possam conduzir a água até lá.

Uma vez que não existe necessidade de regulação de uma descarga de fundo, as válvulas associadas a este tipo de elemento são do tipo cunha, com comando acionado manualmente.

As caixas das descargas de fundo possuem uma entrada de homem na sua laje superior, para que possam ser efetuadas operações de manutenção. As escadas de acesso ao fundo das descargas bem como os respetivos guarda-corpos são em perfis pultrudidos de resinas e fibras termo endurecidas, que se caracterizam por uma elevada resistência à corrosão, elemento chave na escolha do material para escadas que podem estar total ou parcialmente submersas durante largos períodos de tempo.

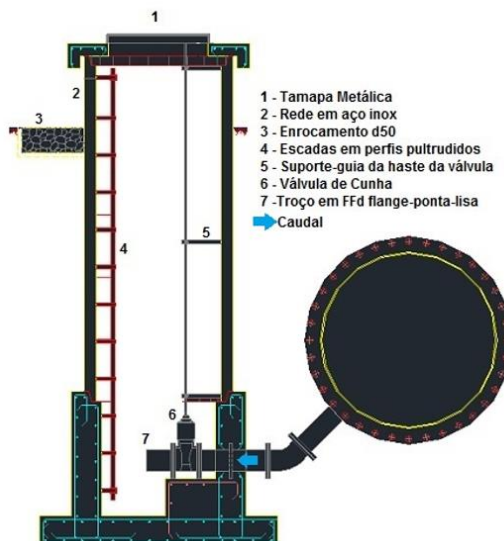


Figura 4.12- Esquema de Descarga de Fundo (www.edia.pt)

Aspetos Críticos

- As descargas de fundo localizam-se em pontos baixos da rede, onde o nível freático contacta diretamente com a caixa, estando inundadas grande parte das vezes. Este constante contacto leva a que apresentem elevados níveis de corrosão.

- As descargas de fundo são utilizadas esporadicamente e, como tal, as válvulas de cunha podem não funcionar da melhor forma quando ativadas.
- Uma válvula de cunha que não garanta uma boa estanquicidade na descarga de fundo leva a perdas de água no sistema consideráveis.
- As escadas em perfis pultrudidos são bastante resistentes à corrosão, mas, ao longo de grandes períodos de tempo submersas, começam a acumular lismos nos seus degraus que se pode tornar perigoso para as equipas de manutenção.
- As caixas de betão das descargas de fundo estão assentes em zonas de elevado nível freático e como tal, pode abater o terreno quando a caixa está com pleno armazenamento. Uma vez que a boca da descarga de fundo entra perpendicularmente à caixa através de uma das paredes, o abatimento pode levar à rotura da tubagem que conduz a água até à caixa.

4.6 Ventosas

As ventosas, um dos principais órgãos do sistema de rega, desempenham um papel fulcral na conceção e montagem de toda a rede. Estas funcionam como válvulas hidráulicas que asseguram a libertação (purga) de ar acumulado que é arrastado com o escoamento tal como a sua admissão quando necessário. As ventosas de menor dimensão, vulgarmente chamadas de purgadores, têm como função expulsar continuamente pequenas quantidades de ar que têm origem nos pontos altos da rede. Por este motivo, as ventosas são colocadas no topo das tubagens, na vertical, com uma válvula de isolamento no troço que os une, para que, caso seja necessário, se possa colocar a ventosa inoperacional.

As ventosas de triplo efeito (Figura 4.14) têm, tal como o nome indica, três funções: a libertação de quantidades de ar significativas resultantes do enchimento/carregamento do sistema, libertação de forma contínua das bolsas de ar acumuladas durante a exploração usual e a admissão de uma grande massa de ar durante o esvaziamento das condutas.

O corpo das ventosas possui orifícios obturados pelo encosto de flutuadores interiores. Na Figura 4.13 é possível compreender o funcionamento de dois tipos de ventosas de triplo efeito, uma com um flutuador e outra com dois. Tanto no modelo da esquerda como no da direita, o orifício de maior diâmetro admite ou expulsa grandes massas de ar enquanto que o orifício menor tem como único propósito a purga contínua de pequenas massas de ar.

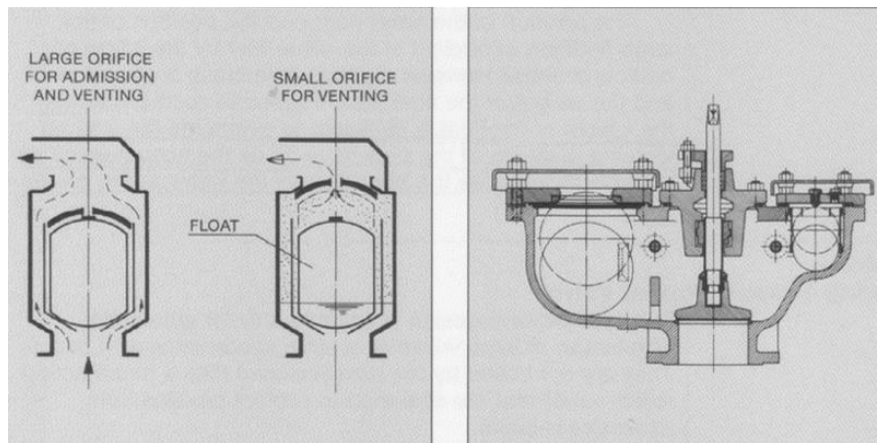


Figura 4.13 - Esquema em corte de dois modelos de ventosas de triplo efeito



Figura 4.14 - Ventosa de triplo efeito e respetiva válvula de isolamento (www.hidrenki.pt)

Aspetos Críticos

- A ineficácia de vedação entre o elemento sobrenadante e o corpo da ventosa leva a que existam perdas de água do sistema.
- O aumento da temperatura leva à evaporação da água e consequente calcinação dos orifícios da ventosa ou até mesmo do elemento sobrenadante, o que leva a falhas no seu funcionamento.
- A operação de desmontagem das ventosas é por vezes difícil por ter associada uma válvula de isolamento que poucas vezes é acionada e que pode não responder.

4.7 Hidrantes

Tal como no caso das ventosas, os hidrantes (Figura 4.15) são uns dos órgãos mais importantes e complexos do sistema de rega. Os hidrantes são os elementos fronteiros da rede

coletiva, a jusante dos quais se procede à ligação das redes individuais dos regantes. Estes elementos são de acesso exclusivo a equipas de operação qualificadas, podendo estar em caixas subterrâneas ou em caixas a céu aberto.



Figura 4.15 - Hidrante em caixa subterrânea (esquerda); Hidrante em caixa de superfície (direita)

(www.hidrenki.pt)

Todos os hidrantes têm na sua construção uma válvula de seccionamento geral, sem que esta possa regular o caudal (funcionalidade *on-off*), equipadas com válvula piloto com acionamento elétrico para ser controlável à distância e uma válvula de regulação de caudal. Os hidrantes, munidos com estes equipamentos, permitem acionar ou interromper o fornecimento de água, regular a pressão na rede, medir o volume de água consumido pelos regantes e limitar o caudal fornecido caso necessário. Facilmente se percebe que os hidrantes são uma peça fundamental na rede de rega, sem os quais é impossível fornecer o tão essencial bem. Como tal, em caso de falhas na rede, a reparação destes órgãos tem prioridade.

Existem quatro tipologias de Hidrante: Tipo I, Tipo II, Tipo III e Tipo IV, que se encontram seguidamente descritos.

Hidrante Tipo I

O hidrante Tipo I (Figura 4.16) possui quatro saídas para bocas de rega na sua cabeça. Caso haja bocas de rega inutilizadas, estas são obturadas através de uma junta cega flangeada. Na Figura 4.15 (esquerda) pode-se observar um Hidrante Tipo I com apenas duas bocas de rega utilizadas e respetivos contadores volumétricos, limitadores de caudal e reguladores de pressão. Este tipo de hidrante é montado em caixas subterrâneas de betão com entrada de homem na laje superior.

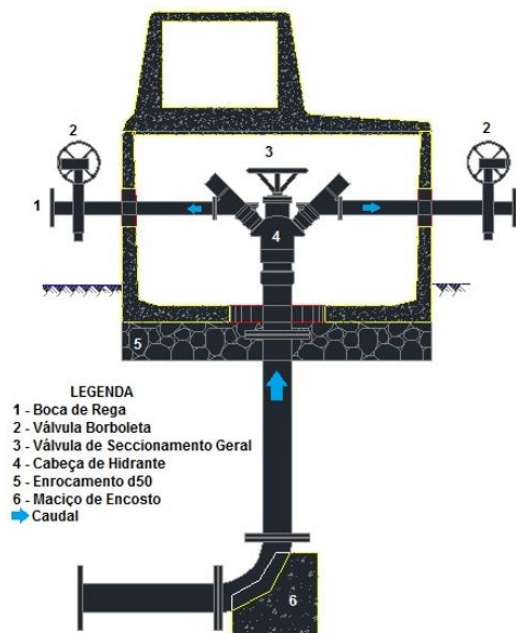


Figura 4.16 - Esquema de Hidrante Tipo I (www.edia.pt)

Hidrante Tipo II

O Hidrante Tipo II (Figura 4.17) possui apenas uma saída para boca de rega, mas, face ao apresentado anteriormente, este tipo de hidrante possui uma ventosa de três funções e uma válvula de controlo. Este tipo contempla também a inclusão de uma válvula de borboleta fora da caixa do hidrante, para que o próprio regante possa controlar o fornecimento de água. Na Figura 4.15 (direita) está apresentado um Hidrante Tipo II no terreno, numa caixa de superfície.

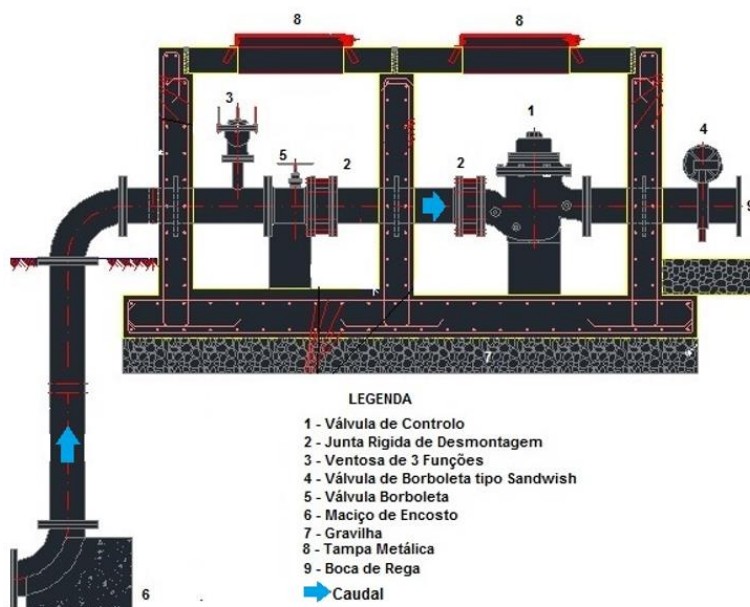


Figura 4.17 - Esquema de Hidrante Tipo II (www.edia.pt)

Hidrante Tipo III

O Hidrante Tipo III (Figura 4.18) assemelha-se ao anterior, com a simples diferença de ter duas bocas de rega ao invés de apenas uma.

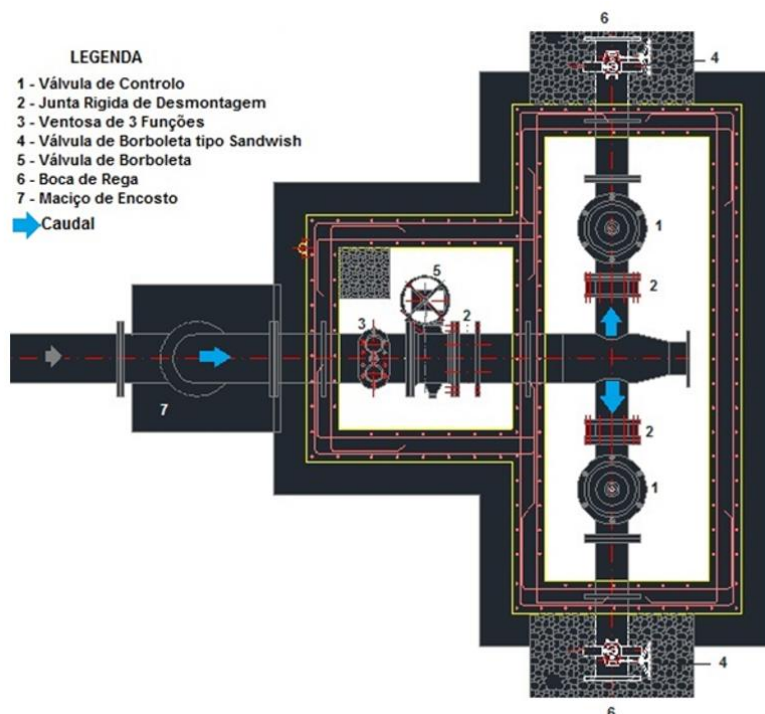


Figura 4.18 - Esquema (vista de topo) de Hidrante Tipo III (www.edia.pt)

Hidrante Tipo IV

O Hidrante Tipo IV (Figura 4.19) tem o mesmo equipamento que o caso anterior, com a pequena diferença de possuir três saídas para boca de rega. De notar que também o Hidrante Tipo III possui essa mesma saída, encontrando-se obturada por uma junta cega flangeada, mas, pela dimensão da caixa de betão, o Hidrante Tipo III encontra-se restringido a apenas duas bocas de rega. Posto isto, a única diferença entre ambos resume-se à dimensão da caixa envolvente e na boca de rega adicional.

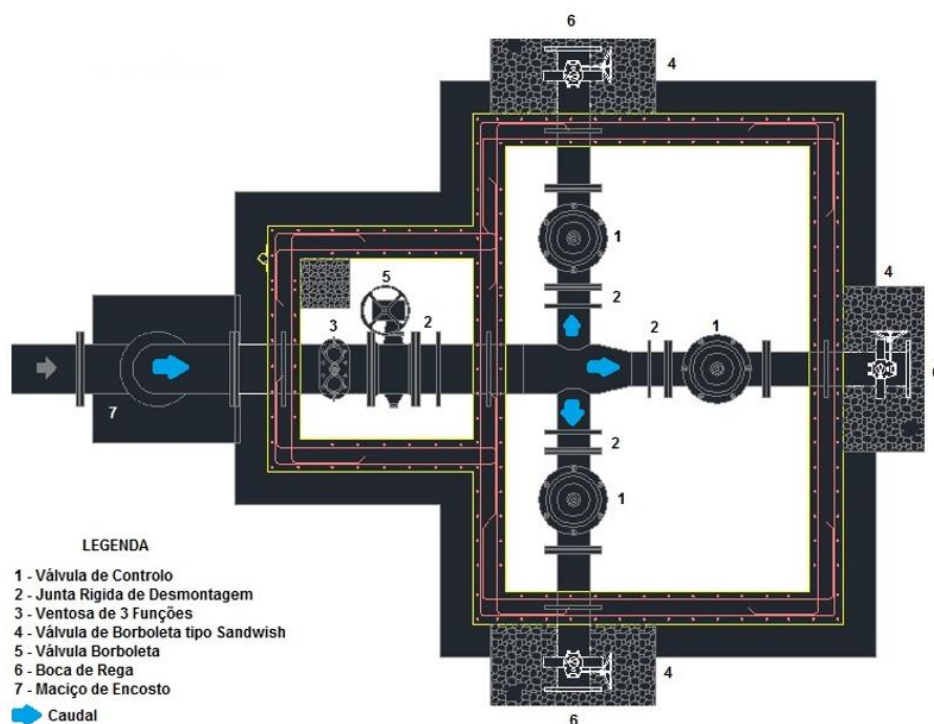


Figura 4.19 - Esquema (vista de topo) de Hidrante Tipo IV (www.edia.pt)

Aspetos Críticos

- As caixas subterrâneas dos hidrantes são construídas a partir de moldes pré-fabricados, assentes no solo a cobrir o hidrante depois de este estar montado na rede. Na maior parte dos casos, os regantes usufruem da área circundante à caixa, podendo causar o abatimento do terreno em zonas que sejam mais propícias a tal. Caso este abatimento seja severo, a caixa pode apoiar na boca de rega e criar um esforço adicional que pode danificar os hidrantes.
- Tal como no caso das descargas de fundo, uma má estanquicidade de um hidrante resulta em desperdícios de água avultados. Ao contrário das descargas de fundo, estes desperdícios, caso hajam, são monitorizados pelo sistema de telegestão que impede a tempo aqueles que seriam custos acrescidos para a EDIA bem como ao regante, que pode ver o seu prédio parcialmente inundado.
- O facto de ser um órgão mecânico que não é utilizado com regularidade pode causar transtorno quando necessária a sua utilização.

5 Caso de estudo – Sub-bloco Pedrógão 1

5.1 Descrição geral do circuito hidráulico de Pedrógão

O circuito hidráulico de Pedrógão, em funcionamento desde março de 2013, compreende essencialmente uma origem de água (a albufeira de Pedrógão), dois reservatórios (Pedrógão e Selmes) e uma barragem (S. Pedro).

Para além destas infraestruturas, este circuito beneficia diretamente cerca de 5 083 ha, correspondentes ao aproveitamento hidroagrícola de Pedrógão-Selmes. A partir da barragem de S. Pedro são regados os blocos de S. Pedro (12 915 ha) e S. Matias (5 120 ha).

O circuito hidráulico de Pedrógão é constituído pelas seguintes infraestruturas:

- Sistema elevatório primário com origem na barragem de Pedrógão;
- Barragem da S. Pedro;
- Sistema adutor gravítico para a ligação à albufeira de S. Pedro e ao reservatório de Selmes;
- Estação elevatória secundária de Pedrógão 1;
- Reservatório e estação elevatória secundária de Pedrógão 3;
- Reservatório e estação elevatória secundária de Selmes;
- Três blocos de rega e respetivas redes secundárias de rega.

A estação elevatória principal, projetada junto à barragem de Pedrógão, eleva os caudais de dimensionamento para um reservatório (Pedrógão) situado num ponto alto, junto ao sub-bloco de rega de Pedrógão 3. A estação elevatória foi dimensionada para elevar 12,5 m³/s com uma altura manométrica de 80,9 m.

Os caudais elevados são transportados para o reservatório de Pedrógão por uma conduta elevatória de betão com alma de aço, com cerca de 2,75 km de desenvolvimento e diâmetro nominal de 2500 mm.

Junto desta estação elevatória primária foi construída a estação elevatória secundária alvo de estudo, que eleva os caudais de dimensionamento para a rede secundária de rega do sub-bloco Pedrógão 1. Esta estação elevatória foi dimensionada para um caudal de 0,64 m³/s com uma altura manométrica de 113 m.

O reservatório de Pedrógão localiza-se a cerca de 1 km a Este da vila de Pedrógão e tem uma capacidade útil de armazenamento de cerca de 145 000 m³, com o nível mínimo de exploração fixado à cota de 153,0 m e o nível máximo (NPA) fixado à cota de 156,0 m. Este reservatório alimenta diretamente cerca de 1 777 ha, sendo 352 ha beneficiados em baixa pressão (Monte do Peso e Monte das Aldeias), e os restantes 1 425 ha (sub-bloco Pedrógão 3) são

beneficiados em média/alta pressão através de uma estação elevatória construída junto do reservatório. Esta estação elevatória foi dimensionada para um caudal de $1,65 \text{ m}^3/\text{s}$ com uma altura manométrica de 70 m.

A partir do reservatório de Pedrógão desenvolve-se o sistema adutor gravítico constituído por uma rede ramificada de adutores. A adução principal efetua a ligação entre o reservatório de Pedrógão e a barragem de S. Pedro, possui um comprimento total de cerca de 8,5 km e é constituída por um troço em canal com cerca de 1,8 km e por condutas DN2500 e DN2150. Após 1,25 km de desenvolvimento a partir da origem, está localizada a derivação para o reservatório de Selmes. A adução ao reservatório de Selmes tem uma extensão de 5,4 km, com uma tubagem em betão com alma de aço DN1300 e DN1200.

Para além destes adutores, existem outros que fazem a ligação à Herdade da Rabadoa e à Quinta de S. Pedro (derivação a partir do adutor principal), e ligação à herdade do Paço, herdade das Cortes de Cima e herdade do Malheiro (derivação a partir do adutor de Selmes).

O reservatório de Selmes localiza-se na zona sul do respetivo bloco, a cerca de 2 km da localidade de Selmes, num afluente da margem direita da ribeira de Alcária. Este reservatório tem como funções armazenar (capacidade de armazenamento de cerca de 35000 m^3 , NPA = 141,7) e regular a distribuição de caudais ao bloco de Selmes.

A jusante do reservatório de Selmes foi implantada uma estação elevatória que eleva a água, em dois patamares diferentes, para os sub-blocos 2 e 5 de Selmes. Os restantes sub-blocos de Selmes são beneficiados em baixa pressão (graviticamente) a partir de derivações diretas do adutor de Selmes.

A barragem de São Pedro encontra-se no centro de gravidade do sistema de rega primário, exercendo funções de regularização de caudal, com vista ao fornecimento de água às manchas de rega localizadas mais a Sul do subsistema de Pedrógão. A albufeira de S. Pedro, com o NPA à cota de 142,5 m, tem uma capacidade de armazenamento de 10 hm^3 .

As infraestruturas secundárias de rega do bloco Pedrógão são constituídas por dois sistemas elevatórios independentes (Pedrógão 1 e Pedrógão 3), cada um associado a uma rede secundária de rega que distribui a água pelos sub-blocos Pedrógão 1 e Pedrógão 3.

A descrição que é apresentada em seguida refere-se somente ao sistema elevatório que fornece água em pressão ao bloco de Pedrógão 1 (Figura 5.1), cuja rede secundária de rega associada possui um desenvolvimento total de 9,1 km, ao longo dos quais foram instalados 33 hidrantes e 96 bocas de rega, com caudais variáveis entre $15 \text{ m}^3/\text{h}$ e $240 \text{ m}^3/\text{h}$ para o fornecimento de água aos regantes.

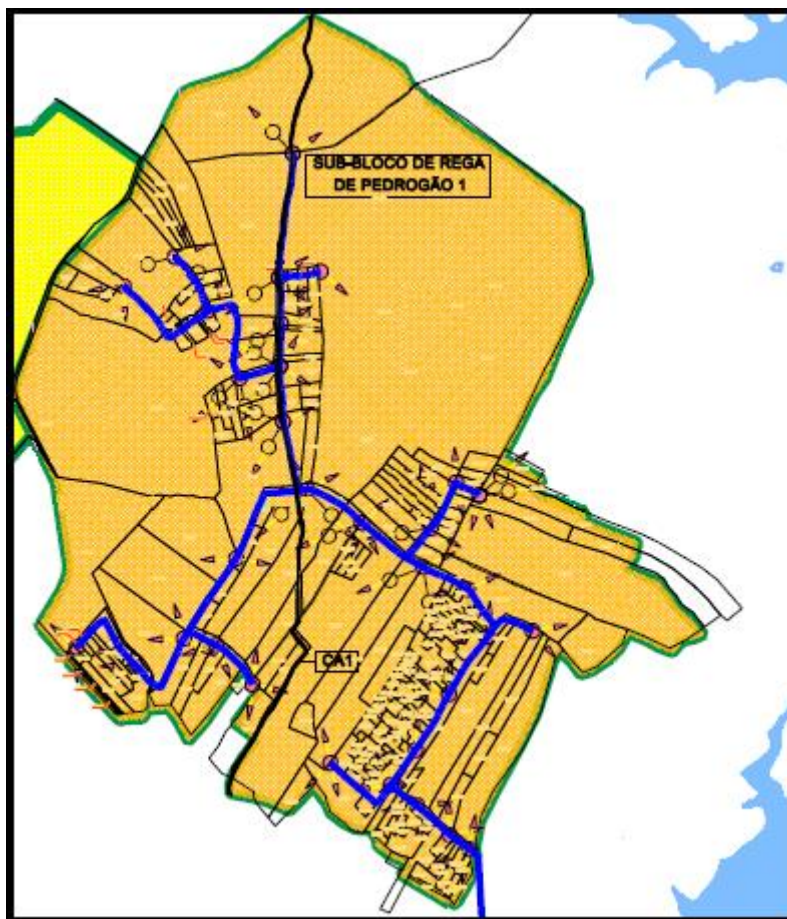


Figura 5.1 - Sub-bloco de Pedrogão 1

5.2 Estação elevatória de Pedrógão 1

5.2.1 Elementos de base

5.2.1.1 Caudais de dimensionamento

Conforme descrito anteriormente, a estação elevatória de Pedrógão 1 possui um sistema elevatório para alimentação do sub-bloco de Pedrógão 1. O caudal total de dimensionamento é de $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Como se pretendia implementar um sistema de rega a pedido, sem que existisse imposição de restrições aos respetivos utilizadores, a capacidade da estação foi projetada para garantir, em qualquer instante e de forma automática, qualquer caudal requerido pela rede de rega desde o caudal nulo até ao caudal máximo.

5.2.1.2 Níveis de água na albufeira de Pedrógão

Os níveis de água a montante da estação de Pedrógão 1 são os seguintes:

- Nível de pleno armazenamento (NPA) - 84,80 m
- Nível mínimo de exploração (Nme) - 79,00 m

5.2.1.3 Curva característica da rede de rega

A curva característica aproximada da rede de rega do sub-bloco de Pedrógão 1 é apresentada abaixo (Figura 5.2), e estabelece as cotas piezométricas necessárias em função do caudal solicitado. Como se pode constatar, a curva característica da rede tem um pequeno declive médio, variando a cota piezométrica entre 182,0 m para o caudal de 50 l/s e aproximadamente 183,0 m para o caudal máximo de 642 l/s (COBA, 2008).

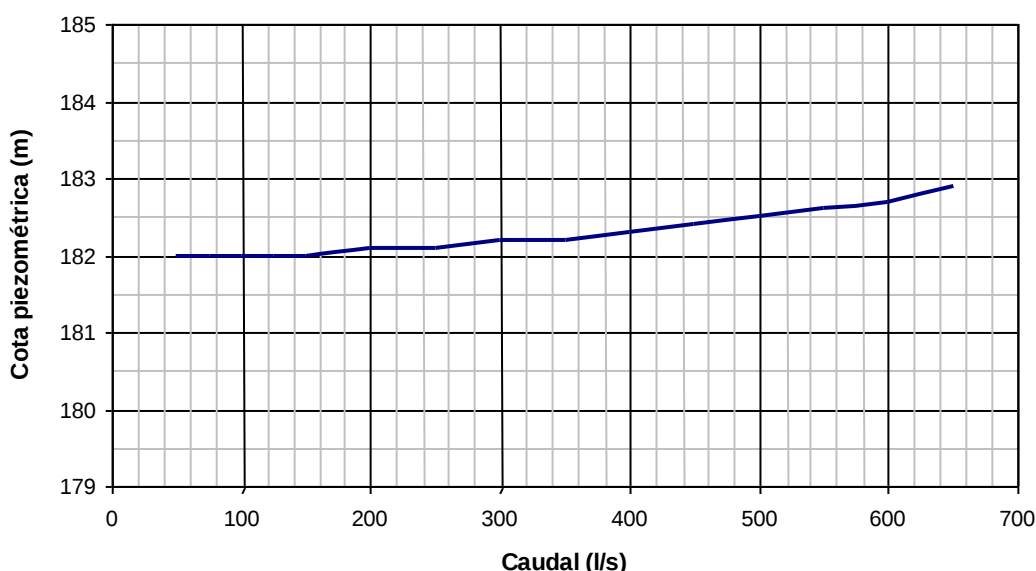


Figura 5.2 - Curva característica da rede de rega

5.2.2 Conceção e descrição geral da estação elevatória

5.2.2.1 Considerações Gerais

A estação elevatória de Pedrógão 1 fica situada no pé de jusante da barragem de Pedrógão, na margem direita do rio Guadiana, e junto da estação elevatória principal de Pedrógão. De forma a não interferir com a barragem e a reduzir o volume total de escavações optou-se por localizar os dois edifícios das estações elevatórias a cerca de 80 m da tomada de água.

As duas estações encontram-se implantadas numa plataforma sensivelmente à cota de 81,0 m que foi fixada tomando em consideração o nível de água máximo no rio em caso de cheia (80,0 m).

O acesso às duas estações é feito através da estrada de acesso à barragem e que constitui uma derivação à estrada nacional EN258.

5.2.2.2 Sistema de regulação e número de grupos

Como referido anteriormente, foi implementado no sub-bloco de Pedrógão 1 um sistema de rega a pedido, sem imposição aos utilizadores de um programa de consumo pré-estabelecido.

Nesse sentido, o caudal solicitado pela rede pode sofrer variações praticamente contínuas, desde o caudal nulo até ao caudal máximo, dependendo do número de tomadas em funcionamento.

O caudal a ser fornecido pela estação elevatória, por seu turno, pode variar por patamares pré-definidos em função do número de grupos em serviço, competindo ao sistema de regulação proceder ao ajuste entre o caudal fornecido pela estação e o caudal consumido pela rede.

Um sistema de regulação automático caracteriza-se por dispor de dispositivos de comando que permitem:

- Determinar o número de grupos em funcionamento em função das necessidades da rede;
- Ajustar o caudal fornecido pelas bombas ao caudal solicitado pela rede, respeitando condições de pressão compatíveis.

As soluções clássicas de regulação utilizam reservatórios elevados ou sistemas mano-debitimétricos associados a reservatórios hidropneumáticos. Nos dias de hoje, encontram-se já bastante divulgadas soluções que contemplam igualmente a utilização de grupos de velocidade variável. Com efeito, em sistemas de rega pressurizados com bombagem direta para a rede, é já prática corrente a adoção de uma regulação do tipo mano-debitimétrica com recurso a reservatórios hidropneumáticos e a grupos de velocidade variável, tendo sido este o tipo de regulação escolhido e mais apropriado para o sub-bloco de Pedrógão 1. O comando dos grupos eletrobomba é então efetuado a partir das medições de caudal e de pressão à cabeça da rede de rega.

Existem, dentro do regime permanente, dois regimes de funcionamento distintos, consoante o caudal solicitado pela rede seja superior ou inferior a um valor mínimo pré-fixado: funcionamento em regime contínuo e funcionamento em regime intermitente. Para valores de caudal compreendidos entre o caudal mínimo fornecido por um só grupo de velocidade variável e o caudal máximo da instalação, o sistema elevatório funciona em regime contínuo, isto é, a cada caudal pedido pela rede corresponde um ponto característico H-Q da instalação, que é satisfeito por um ou vários grupos funcionando em paralelo e com uma determinada velocidade de rotação. Isto permite um recobrimento de todas as situações possíveis de funcionamento desde o caudal mínimo ao caudal máximo.

Na Figura 5.3 são apresentadas esquematicamente as principais características do sistema elevatório de Pedrógão 1, na situação de altura de elevação máxima, para o funcionamento em regime contínuo.

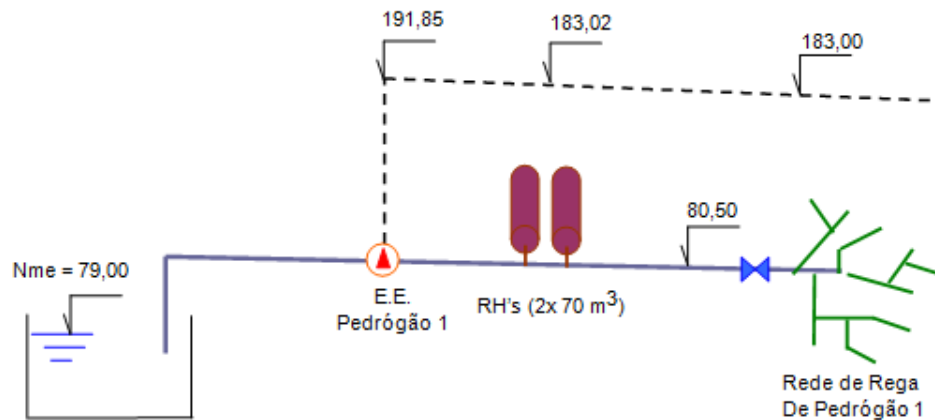


Figura 5.3 - Funcionamento da Estação Elevatória em Regime Contínuo

Para caudais inferiores ao caudal mínimo, o sistema é operado em regime intermitente. Neste caso, tem-se em funcionamento apenas um grupo eletrobomba, em velocidade reduzida, que recebe ordem de arranque e de paragem uma vez atingida uma pressão mínima e uma pressão máxima à cabeça da rede, respetivamente. Desta forma, é armazenado no interior dos reservatórios hidropneumáticos um determinado volume de água, capaz de assegurar, durante o período de paragem do grupo, o fornecimento dos pequenos caudais a uma pressão superior à pressão mínima de funcionamento da rede. Os reservatórios hidropneumáticos funcionam assim como reservatórios de regulação para o fornecimento de pequenos caudais.

O valor da pressão máxima instalada na rede e consequentemente da variação de pressão considerada no dimensionamento dos reservatórios hidropneumáticos foi determinado tendo em consideração a classe de pressão das condutas da rede de rega e a curva característica $H(Q)$ das bombas selecionadas.

O caudal mínimo encontra-se fixado de forma a garantir que uma bomba em velocidade reduzida trabalha sempre em pontos de funcionamento garantidos pelo fabricante, com rendimentos aceitáveis.

Face aos reduzidos caudais unitários das bombas, a instalação de grupos auxiliares de bombagem não foi contemplada. Nos casos em que se encontram instalados, estes grupos têm como função o enchimento das condutas aquando de paragens no funcionamento da estação elevatória, sejam estas paragens forçadas por motivos de manutenção ou por falhas na alimentação.

Em sistemas de irrigação deste tipo, em que a bombagem é feita diretamente para a rede de rega, e com caudais desta ordem, o número de grupos eletrobomba está normalmente compreendido entre quatro e seis, associados em paralelo.

Após uma análise dos equipamentos de bombagem que pudessem satisfazer os requisitos necessários em termos de caudais e de alturas de elevação, a solução escolhida prendeu-se a instalação de bombas multicelulares com quatro andares, com montagem vertical para minimização da área ocupada. O caudal total seria então repartido por seis grupos, cada um com uma capacidade para 107 l/s e altura de elevação de 116,5 m.

O funcionamento simultâneo em paralelo dos seis grupos eletrobomba permitiria o fornecimento do caudal máximo de dimensionamento de 642 l/s. Face ao tipo de explorações existentes no bloco de Pedrógão 1 (pequena propriedade) e à previsão de adesão ao regadio destas explorações, procedeu-se apenas à instalação, numa 1ª Fase, de apenas 3 grupos (50% do caudal total) como é apresentado na Tabela 5.1

Tabela 5.1 - Caudal total necessário e caudais unitários dos grupos eletrobomba escolhidos

Estação	Bloco de Rega	Caudal Total	Nº de Grupos	Caudal por Grupo
EE Pedrogão 1	Pedrogão 1	0,642 m ³ /s	3 (1ª Fase) + 3 (2ª Fase)	0,107 m ³ /s

5.2.2.3 Descrição Geral da Estação Elevatória

A estação elevatória de Pedrógão 1 encontra-se implantada numa plataforma sensivelmente à cota de 81,0 m, ocupando uma área total de 1 253 m², a sudoeste da Barragem do Pedrógão e a nordeste da estação elevatória principal de Pedrógão.

A estação é constituída essencialmente por um edifício principal, pela zona onde se encontram instalados os filtros e os RH's, pelo posto de seccionamento e transformação e por um conjunto de outras infraestruturas que são referidas seguidamente.

O edifício é formado por um corpo com dimensões em planta de aproximadamente 13,5 m por 17,5 m (COBA, 2008).

O corpo do edifício destina-se a albergar o sistema de bombagem do bloco de rega de Pedrógão 1, distinguindo-se:

- Um patamar inferior, onde se encontram os três grupos eletrobomba, as condutas de aspiração e de compressão e respetivos equipamentos à cota de 75,1 m;
- Um patamar intermédio com os quadros elétricos, a sala dos conversores e o armazém/oficina à cota de 77,0 m;
- Um patamar superior com um pequeno *hall* para descarga e montagem de equipamentos e ainda a sala de comando e um gabinete à cota de 81,0 m.

A disposição da estação elevatória teve em conta a cota de fixação dos grupos e principalmente o espaço disponível existente entre o caminho de acesso, o talude natural existente e o rio e, ainda, a estação elevatória principal e infraestruturas anexas.

Os grupos eletrobomba têm as seguintes características, apresentadas na Tabela 5.2:

Tabela 5.2 - Características principais dos grupos

Nº de Grupos	Tipo de Bomba	Nº de Andares	Montagem	Caudal Unitário	Altura de Elevação Correspondente	Velocidade Nominal	Potência Nominal	Tensão
6	multicelular	4	vertical	107 l/s	116.5 m	1450 rpm	200 kW	690 V

Tal como foi referido, foram previstas duas fases de investimento. Na primeira fase foram instalados apenas três grupos que em conjunto são capazes de fornecer 50% do caudal de dimensionamento. Na segunda fase, serão instalados os restantes três grupos, atingindo-se assim o caudal máximo previsto para o bloco de rega.

No exterior do edifício foram construídas as seguintes infraestruturas principais:

- Uma plataforma destinada ao sistema de filtração e aos dois reservatórios hidropneumáticos do sistema elevatório do bloco de Pedrógão 1;
- Um edifício para o posto de seccionamento e transformação.

O posto de transformação (PT) está implantado na zona noroeste da estação, ocupando uma área aproximada de 12 m por 14 m. Este está localizado junto ao recinto (28 m por 21 m) da plataforma onde se encontram instalados os filtros e os RH's.

As zonas de circulação nos recintos da estação estão asfaltadas, existindo as necessárias zonas para estacionamento dos veículos e para manobra de veículos pesados.

5.2.2.4 Características Gerais dos Sistemas Hidráulicos

Os sistemas hidráulicos são constituídos por condutas de aspiração individuais, a montante dos grupos elevatórios, e circuitos de compressão, que se desenvolvem a jusante dos grupos, assegurando a ligação à rede de rega.

Os circuitos de compressão do sistema elevatório são constituídos por:

- Um cone de redução em aço DN 4800 / 3300 de ligação entre a conduta geral de aspiração e a tomada de água na barragem de Pedrógão;
- Uma conduta geral de aspiração aço DN 3300 que faz a ligação entre a tomada de água da barragem de Pedrógão e as estações elevatórias (Pedrógão Principal e EE Pedrógão 1). Esta conduta é comum às Estações Elevatórias de Pedrógão Principal e Pedrógão 1;

- Uma conduta geral de aspiração aço DN 800, exclusiva da Estação Elevatória de Pedrógão 1;
- Conduatas individuais de aspiração (uma por grupo) DN 300, localizadas imediatamente a montante de cada grupo, que asseguram a ligação à conduta geral de aspiração do sistema elevatório;
- Conduatas individuais de compressão (uma por grupo) DN 200, localizadas imediatamente a jusante de cada grupo, que asseguram a ligação à conduta geral de compressão do sistema elevatório;
- Uma conduta geral de compressão DN 600 que efetua a adução dos caudais elevados, alimentando diretamente a rede de rega.

Para assegurar a retenção de elementos sólidos transportados nos caudais bombeados foi prevista a instalação de 2 filtros em paralelo instalados na conduta geral de compressão, sendo que apenas um foi instalado na 1ª Fase. Os filtros são auto-limpantes, podendo ser atuados por temporizador, por deteção de diferencial de pressões ou por ambas.

O troço de ligação à rede de rega é constituído por um pequeno troço de conduta independente constituindo o prolongamento da conduta geral de compressão, em Ferro Fundido Dúctil (FFD) DN 900. É neste troço que se encontram instalados os RH's, o medidor de caudal e a válvula de seccionamento.

5.2.2.5 Sistema de Filtragem

O escalão de bombagem do sub-bloco de Pedrógão 1 foi equipado com um sistema de filtração adequado à distribuição de água para rega em pressão. Uma das questões de base relacionadas com o processo de filtração de água prende-se com a seleção da dimensão da malha do elemento filtrante, que tem em conta as características dos equipamentos instalados, quer ao nível da rede de distribuição, quer ao nível da parcela. Neste caso, foi considerado um grau de filtração de 1,5 mm.

Um grau de filtração mais fino, eventualmente requerido por alguns equipamentos de rega, deverá ser atingido não ao nível da rede de distribuição, mas sim ao nível da parcela. Nesta situação, a instalação de sistemas de filtração complementares deve ser efetuada por cada agricultor, de modo a garantir boas condições para o funcionamento dos equipamentos de rega que vai utilizar. Dadas as características da tomada de água da estação elevatória do Pedrógão, que tornariam difícil a instalação de um sistema de filtração em superfície livre a montante dos grupos eletrobomba, optou-se por uma solução de filtração em pressão.

À saída do sistema de bombagem, em derivação à conduta geral de compressão, existe um conjunto de filtragem constituído por 1 filtro de malha com limpeza automática, com elemento de filtração de 1,5 mm.

Como referido anteriormente, na 1ª Fase foi instalado apenas um filtro e, em caso de avaria deste filtro, foi contemplada a instalação de um *bypass*, colocado no local destinado para a ligação do filtro da 2ª Fase.

Os filtros (Figura 5.4) são dotados de um sistema automático de limpeza, funcionando com a carga existente na conduta geral de compressão. Este tipo de equipamento requer uma pressão de funcionamento mínima de 2 bar, compatível, portanto, com as condições existentes no sub-bloco de Pedrógão 1. A limpeza do filtro dá-se por sucção dos detritos que se fixam à malha filtrante. O início da limpeza é desencadeado automaticamente por deteção de perda de carga através de um pressostato diferencial e/ou por temporizador.

A perda de carga introduzida nos filtros após o ciclo de limpeza é geralmente inferior a 1,0 m, para o caudal máximo. A perda de carga máxima, cuja deteção desencadeia o processo de limpeza é normalmente de 3,0 m a 5,0 m. O controlo do processo de limpeza dos filtros é realizado por um quadro de comando próprio, que estará ligado ao quadro geral da estação. O filtro e o *bypass* encontram-se equipados com duas válvulas de seccionamento, uma imediatamente a montante e outra a jusante.

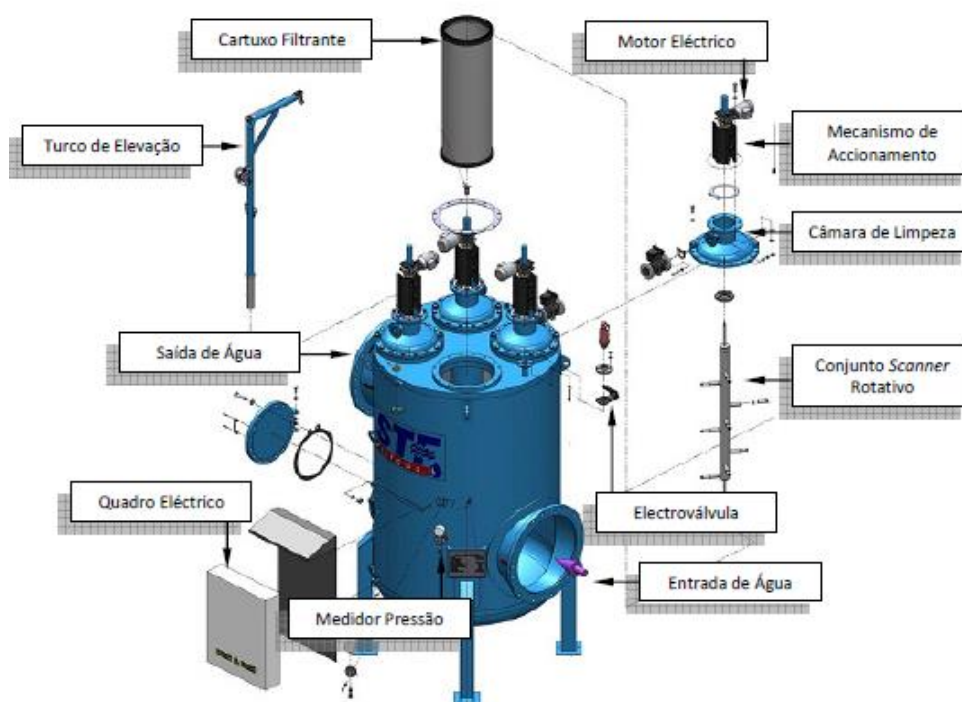


Figura 5.4 - Vista explodida do sistema de filtragem

5.2.3 Reservatórios Hidropneumáticos (RH's)

Os reservatórios hidropneumáticos (RH's) (Figura 5.5) constituem um dispositivo adequado para o controle da variação das pressões em redes durante a ocorrência de regimes transitórios (golpe de aríete). Um reservatório hidropneumático contém água e ar em pressão, permitindo a alimentação da conduta ou a entrada de água no reservatório, em função da pressão que se verifica na secção de conduta a que está ligado, impedindo que o retorno de avultadas massas de água atinjam e danifiquem os equipamentos da rede de rega. Deste modo consegue-se o controlo e o amortecimento das variações de pressão máximas e mínimas.



Figura 5.5 - Reservatórios Hidropneumáticos

Em resultado da análise de curvas de funcionamento de grupos instalados na estação elevatória de Pedrógão 1 e considerando os limites de variação de velocidade, foi definido um caudal mínimo admissível para funcionamento contínuo de 0,050 m³/s, conforme apresentado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Caudal Mínimo para o funcionamento em Regime Contínuo

Caudal total (m ³ /s)	Caudal nominal por Grupo Principal	Caudal mínimo em funcionamento contínuo
0,642	0,107 m ³ /s	0,050 m ³ /s

A capacidade dos reservatórios hidropneumáticos foi definida em função do volume necessário para a regulação das pressões e dos caudais e dos volumes adicionais necessários para garantir a segurança ao esvaziamento. A capacidade total dos reservatórios hidropneumáticos é de 140 m³, dividida em dois reservatórios de 70 m³ cada. Atendendo à dimensão dos RH's, admitiu-se uma forma cilíndrica de 4 m de diâmetro e 5,6 m de altura útil, com instalação vertical.

A ligação de cada um dos reservatórios à conduta elevatória é efetuada por intermédio de condutas independentes com diâmetro 450 mm, dispondo de válvulas de seccionamento para isolamento dos RH's.

Dadas as elevadas dimensões dos reservatórios não existe separação entre o ar e a água no seu interior, pelo que foi necessária a instalação de um sistema de ar comprimido para compensar o ar que se dissolve na água, e de válvulas de saída de ar eventualmente libertado pelo escoamento, garantindo o volume de ar especificado em regime permanente (total de 45,07 m³).

Na Tabela 5.4 são indicados os níveis de regulação correspondentes às pressões de arranque e paragem do grupo de regulação. De notar que o comando a partir destas leituras é apenas realizado quando o caudal pedido pela rede de rega é inferior ao caudal mínimo do grupo de regulação.

São também definidos os níveis baixo e alto de alarme, correspondentes aos limites de funcionamento normal do sistema.

Tabela 5.4 - Níveis de Regulação dos Reservatórios Hidropneumáticos

Parâmetro	Volume de Ar (m ³)	Alturas no RH (m)	Cotas piezométricas Pedrógão 1 (m)
Nível alto de alarme	22.88	3.75	87.25
Nível superior regime intermitente (paragem do grupo)	35.88	2.72	86.22
Nível normal em regime permanente (6 grupos a funcionar)	45.07	1.98	85.48
Nível inferior regime intermitente (arranque do grupo)	45.63	1.94	85.44
Nível normal em regime permanente (1 grupo de regulação)	45.63	1.94	85.44
Nível baixo de alarme	51.78	1.45	84.95

5.2.3.1 Equipamento Auxiliar

Como equipamento auxiliar são contemplados equipamentos de medição de nível, de medição de caudal, de medição de pressão, e de medição de temperatura (designados genericamente como instrumentação), o sistema de ventilação e o equipamento de ar condicionado.

- Equipamento de medição de nível

Para o barrilete associado aos reservatórios hidropneumáticos procedeu-se a instalação de um medidor de nível tipo radar e um indicador de nível por flutuador magnético.

As medições de nível por radar são transmitidas ao autómato da estação elevatória; ao ser atuado o nível mínimo de exploração na albufeira será dada ordem de paragem a todos os grupos em serviço.

- Equipamento de medição de caudal

O equipamento de medição de caudal foi instalado na conduta geral de compressão, sendo que este permite o comando dos grupos eletrobomba com a medição do caudal instantâneo, bem como a totalização dos volumes fornecidos à rede de rega. Optou-se por um medidor de caudal ultrassónico com diâmetro DN = 900 mm, adequado à velocidade para o caudal mínimo que se pretende controlar.

A medição de caudal, bem como a totalização dos volumes é transmitida ao autómato da estação elevatória.

- Equipamento de medição de pressão

Existem três equipamentos de medição de pressão. Estes foram instalados, um na conduta geral de aspiração, e dois na conduta geral de compressão, sendo um instalado a montante da válvula de corte geral da CGC e o outro num local representativo da rede que permite o comando dos grupos. Este último medidor instalado na rede está ligado ao sistema de telegestão e monitorização da rede secundária de rega e o seu sinal é enviado para o autómato da estação.

Estes medidores são medidores de pressão diferencial. Os valores medidos são transmitidos ao autómato da estação.

- Medidor de temperatura

Para o barrilete e conjunto dos reservatórios hidropneumáticos procedeu-se à instalação de um medidor de temperatura da almofada de ar, que envia o sinal para o autómato central da estação. Esta medição é importante para calcular com maior precisão a quantidade mássica de ar dentro dos reservatórios hidropneumáticos. O medidor é do tipo sonda, com uma conexão

flangeada ao RH com sensor específico para estar no ar sendo resistente a vibrações e conversor de sinal.

5.2.3.2 Equipamento de ventilação e ar condicionado

Na EE Pedrógão 1 foram instalados conversores de frequência num compartimento climatizado e separado das restantes áreas. Este compartimento está servido por uma unidade climatizadora de condensação com uma capacidade frigorígena de 7 766 kcal/h (COBA, 2008).

Em seguida são apresentadas as características dos equipamentos de ar condicionado e de ventilação instalados a fim de conferir condições de exploração satisfatória das instalações da estação de bombagem e tendo em vista o seu funcionamento sem supervisão constante, local ou remotamente.

- Sistema de ventilação e arrefecimento

A sala dos grupos possui, entre outros elementos, bombas acionadas por motores elétricos com sistema de arrefecimento ar-ar. Estes grupos têm de trabalhar, por vezes, em paralelo, com dois deles em regime de velocidade variável através de conversores de frequência (variadores) também com sistema de arrefecimento ar-ar.

Para a sala dos grupos instalou-se um arrefecedor evaporativo no interior do edifício, com um caudal de 40 000 m³/h, e uma conduta de insuflação de ar ao longo da sala das máquinas. O ar quente de exaustão da sala sai por grelhas de exterior instaladas no edifício.

- Equipamento de ar condicionado

Para a sala de comando assim como para o gabinete foi instalada uma bomba de calor tipo *split* com uma capacidade frigorígena de 3 250 kcal/h. Já para a sala dos conversores, foi instalado um aparelho de ar condicionado tipo *split* com uma capacidade frigorígena de 7 766 kcal/h.

5.2.3.3 Ponte Rolante

Para a desmontagem, montagem e manutenção dos equipamentos foi instalada no corpo do edifício de Pedrógão 1 uma ponte rolante (Figura 5.6), com uma capacidade de carga de 3,2 t. A ponte rolante possui um quadro elétrico que aloja os automatismos e reúne os sinais necessários ao funcionamento, sendo um sistema autónomo que não depende do automatismo da estação elevatória.

O acionamento da ponte é efetuado através do comando suspenso que, para além do comutador ligar/desligar e da paragem de emergência, possui botões que permitem realizar os movimentos de elevação e de translação. O carro do guincho, nos movimentos de direção, e o caminho de rolamento nos movimentos de translação, estão equipados com limites de

desaceleração antes de serem atingidos os fins de curso de paragem. Os interruptores de fim de curso obrigam a paragem do dispositivo antes de serem atingidas as extremidades.

Quando se encontra em movimento, a ponte rolante emite uma sinalização acústica e luminosa de alerta e na porta do quadro eléctrico existe um sinalizador de avaria.

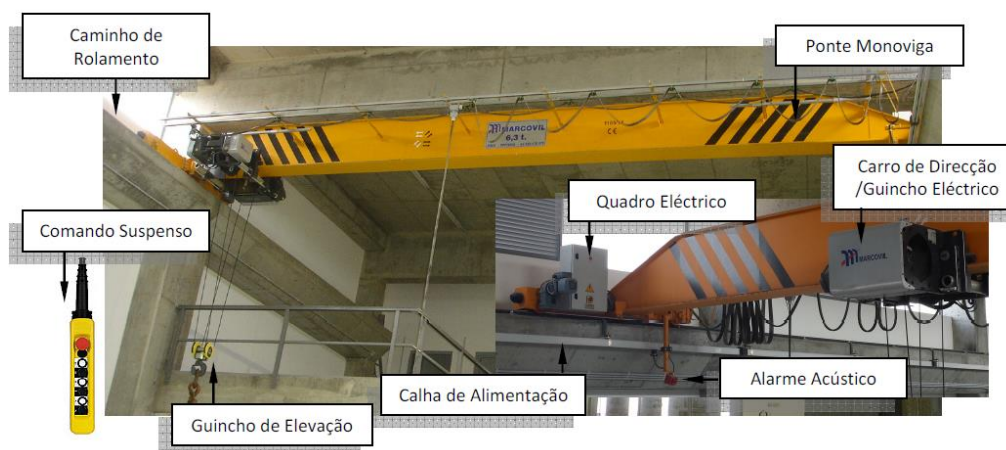


Figura 5.6 - Ponte Rolante típica de estação elevatória

5.2.3.4 Central hidropneumática e rede de água para serviços gerais

Para a alimentação das instalações sanitárias e rede interior e exterior para serviços gerais, assim como, para a alimentação de depósito de água para o arrefecedor evaporativo, foi realizada uma picagem na conduta de aspiração geral e ligada a uma central hidropneumática (Figura 5.7), para um caudal de 5 l/s, para uma altura manométrica de 35 m e potência instalada de 3 kW.

Esta central é composta essencialmente por uma eletrobomba, por um troço de compressão em ferro galvanizado com respetivas válvulas, um depósito de membrana com uma capacidade de 60 litros, quadro eléctrico, base metálica comum, e restantes acessórios de instrumentação e interligação. Adicionalmente foi instalado na aspiração um pressostato para proteção contra a falta de água.

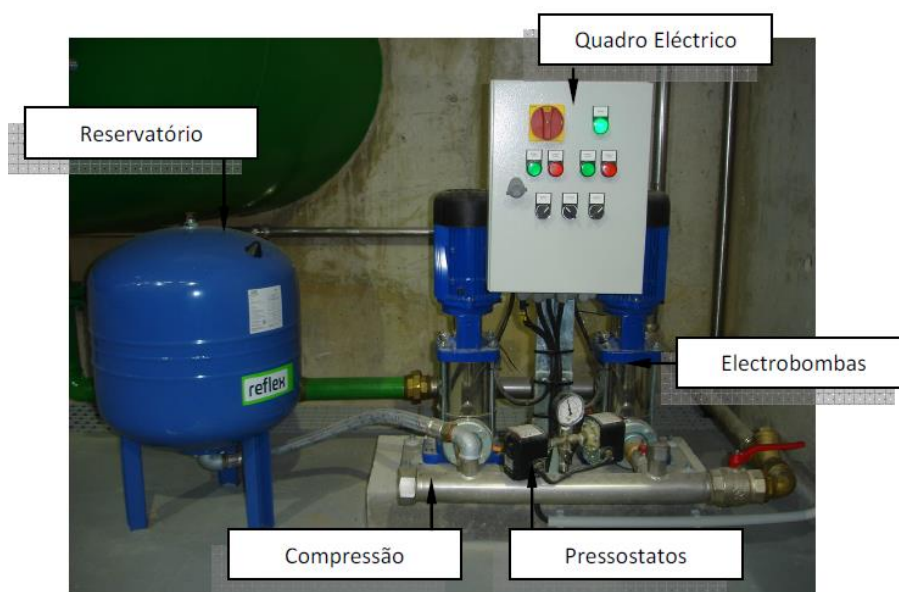


Figura 5.7 - Central hidropneumática típica de estação elevatória

5.2.3.5 Sistema de extinção de incêndios

Neste tipo de estações elevatórias, quer pela dimensão relativa dos seus equipamentos quer pela fraca possibilidade de ocorrência de incêndios devido aos tipos de equipamentos instalados e proteções instaladas nos mesmos, não foi contemplado um sistema de deteção automática de incêndios, mas sim apenas um sistema de extinção não automática por meio de extintores de incêndios.

- Extintores

Encontram-se instalados seis extintores de incêndio manuais portáteis do tipo CO₂ (ou pó químico AB) de fixação na parede (em locais apropriados) com uma capacidade de 2 a 6 kg, e com manómetro de indicação de carga

5.2.3.6 Instalações Eléctricas

Na primeira fase foram instalados 3 grupos de bombagem de 200 kW, sendo 2 de velocidade variável e 1 de velocidade fixa, e na segunda fase serão instalados mais 3 grupos de 200 kW de velocidade fixa.

Junto à vedação do recinto dos RH's foi instalado um posto de seccionamento e contagem/transformação num edifício pré-fabricado de betão armado, onde ficarão instalados os transformadores e as celas.

As instalações eléctricas subdividem-se em:

- Entrada de energia da rede eléctrica de média tensão, a partir da rede pública;
- Edifício do posto de seccionamento e contagem/transformação, PSC/T;

- Celas de média tensão 30 kV;
- Transformador 30/0,690 kV de 800 kVA;
- Transformador dos serviços auxiliares de 30/0,4 kV de 100 kVA;
- Quadro dos Grupos 690 V;
- Quadro dos Serviços Auxiliares;
- Quadro do posto de seccionamento e contagem/transformação e respectivas instalações auxiliares de iluminação e tomadas;
- Quadro da sala de comando;
- Conversores de frequência;
- Arrancadores suaves;
- Compensação do fator de potência;
- Sistema de alimentação em corrente contínua;
- Sistema de alimentação ininterrupta (UPS);
- Cabos elétricos de 30 kV e de baixa tensão necessários ao estabelecimento de todos os circuitos de potência, comando, sinalização, medida, proteção e contagem;
- Instalação de iluminação e tomadas do edifício da estação;
- Iluminação exterior;
- Rede de terras;
- Sistema de proteção contra a intrusão;
- Sistema de CCTV;
- Sistema de automação e supervisão da estação;
- Infraestruturas para interligação da estação elevatória e respetiva rede de rega no sistema de telegestão.

5.2.3.7 Encravamentos

Entendem-se como encravamentos, as manobras e os sinais ou medidas que, em caso de não cumprimento das sequências implementadas, impossibilitam ou condicionam o funcionamento da estação elevatória ou de um equipamento em particular. Estes podem ser encravamentos gerais, comuns a mais que um equipamento que, quando presentes, impossibilitam o funcionamento da estação elevatória ou sistema, ou então encravamentos por equipamento. Estes últimos são encravamentos associados a cada equipamento e refletem as condições a verificar para que o mesmo fique disponível, estando divididos em encravamentos mecânicos, hidráulicos, elétricos e de comando.

- **Encravamentos mecânicos**

Os encravamentos mecânicos estão normalmente associados a equipamentos elétricos de potência em baixa ou média tensão. Asseguram que a operação de um órgão seja executada, encaminhando o operador através de uma sequência de manobras, para em segurança atingir o objetivo. Um bom exemplo são as manobras nos equipamentos de média tensão onde os encravamentos mecânicos são conseguidos através de chaves e fechaduras, tirantes e obturadores, em que apenas é permitida a introdução de alavancas de manobra após a realização da sequência adequada.

- **Encravamentos hidráulicos**

São encravamentos de cariz hidráulico, normalmente associados a grandezas como caudais, pressões, níveis, entre outros. Os sinais ou medidas adquiridos estão constantemente a ser comparados com os valores mínimos ou máximos admissíveis e com as ordens enviadas por a supervisão. Quando os valores não cumprem as ordens predefinidas, é iniciada a sequência de paragem de um ou mais grupos de bombagem e enviado um sinal de alarme para a supervisão.

- **Encravamentos elétricos**

Consideram-se os encravamentos relacionados com as instalações elétricas, tais como falhas de tensão, comunicações, paragem de emergência, equipamentos em vigilância, entre outros.

- **Paragem de emergência**

A paragem de emergência provoca a paragem abrupta (sem realizar a sequência de paragem) do equipamento, nomeadamente por atuação das botoneiras de emergência.

- **Vigilância**

Quando é dada uma ordem a um equipamento e a resposta não é devolvida ao fim de um determinado tempo (tempo configurável no automático), o automático gera um defeito interno, colocando o equipamento indisponível para comando.

Foram implementados os seguintes tempos de vigilância:

Grupos eletrobomba.....	2 Minutos
Válvulas compressão individuais.....	1 Minuto
Válvula seccionamento geral.....	8 Minutos
Restantes válvulas.....	3 Minutos
Arrefecimento do motor.....	2 Minutos
Verificação de caudal.....	60 Segundos

Verificação de pressão.....	10 Segundos
Verificação de nível.....	30 Segundos

O cancelamento desta condição é efetuado manualmente, através do comando de *reset* de avarias existente na consola do quadro de comando ou na supervisão.

- **Encravamentos de comando**

São encravamentos essencialmente relacionados com defeitos hidráulicos ou elétricos que indisponibilizam os equipamentos com problemas associados ao posicionamento em não automático/remoto de comutadores.

5.3 Rede de Rega de Pedrógão 1

5.3.1 Elementos de Base e Conceção Geral

5.3.1.1 Considerações Gerais

Na definição dos métodos de distribuição de água aos agricultores dá-se preferência, sempre que possível, à distribuição em baixa pressão, dando aos agricultores a possibilidade de utilizar a água da forma que entenderem mais conveniente para os processos produtivos das suas explorações agrícolas. Com esta filosofia, conseguiu-se diminuir os montantes do primeiro investimento e, ao mesmo tempo, o período de construção das infraestruturas de transporte e de distribuição de água.

O tipo de distribuição de água tem reflexos na delimitação de sub-blocos de rega, verificando-se que uma parte da mancha de rega foi beneficiada com baixa pressão a partir das infraestruturas primárias de rega.

Foi realizado o pré-dimensionamento das redes secundárias de rega (caudais específicos e pressão a instalar na rede por sub-blocos; definição de parcelas de rega e plano de implantação de hidrantes; traçado das condutas; tipo de material; dimensionamento hidráulico), com o objetivo de permitir uma análise comparativa dos custos entre soluções técnicas alternativas. A conceção do sistema da adução e distribuição de água à zona a regar foi feita de modo a otimizar a gestão futura do perímetro, com minimização dos custos de exploração.

A área a regar foi dividida em blocos de rega, o mais homogéneos possível, abastecidos por reservatórios de regularização, estações de bombagem e redes secundárias de rega.

A repartição da área total a regar em blocos de rega foi efetuada tendo em atenção as seguintes condições iniciais:

- A distribuição, sempre que possível, deverá ser efetuada em baixa pressão;
- A distribuição geográfica e altimétrica das áreas a regar face à localização do adutor, dos reservatórios e estações elevatórias;
- Localização e dimensão dos reservatórios de regularização associados à estação elevatória;
- A estrutura fundiária predominante em cada uma das zonas a regar, procurando homogeneizar a dimensão média dos blocos de rega;
- Extensão das redes secundárias, custos de investimento e de exploração.

5.3.1.2 Delimitação da Área de Rega

A área total beneficiada diretamente pelo Circuito Hidráulico de Pedrógão é de 5 083 ha, sendo que o bloco de rega do Pedrógão beneficia uma área de cerca de 2 382 ha e é por sua vez beneficiado a partir do reservatório de Pedrógão. Este bloco foi dividido em três sub-blocos de rega, sendo apenas o sub-bloco Pedrógão 1 alvo de estudo.

O sub-bloco Pedrógão 1 beneficia uma área de cerca de 588,1 ha, em média/alta pressão, a partir a estação elevatória de Pedrógão 1. Este sub-bloco apresenta uma estrutura predial onde predomina a pequena e média propriedade. Em relação à variação altimétrica, as cotas no interior deste sub-bloco variam entre 108 m na zona norte do bloco junto do barranco das Boiças e 160 m na zona central junto da Horta do Cano (COBA, 2008).

5.3.1.3 Delimitação das Unidades de Rega

Designa-se por unidade de rega a superfície de uma ou mais parcelas beneficiadas pela mesma boca de rega, e, em geral, com acessos comuns.

A dimensão das unidades de rega é condicionada por diversos fatores, nomeadamente a dimensão das propriedades, as características topográficas da região, os limites naturais existentes (caminhos, muros, linhas de água, etc.), a tecnologia de rega a utilizar ao nível da parcela, o interesse dos agricultores e fatores de natureza económica.

Cada unidade de rega está equipada com uma boca de rega podendo, porém, beneficiar mais que uma parcela. Procurou-se, sempre que possível, que cada boca de rega beneficiasse apenas uma parcela/prédio. No entanto, e devido ao elevado número de pequenas parcelas/prédios existentes principalmente no sub-bloco de Pedrógão 1, implantaram-se bocas de rega que beneficiam vários prédios.

As unidades de rega foram definidas com base nos elementos cadastrais disponíveis, nos limites físicos naturais e artificiais e em trabalhos de campo.

Foram definidos ainda alguns pressupostos base para a delimitação das unidades de rega dos quais se salientam:

- Número máximo de prédios beneficiados por hidrante – 10;
- Distância máxima entre o hidrante e a unidade de rega – 100 m;
- Área mínima “tipo” dependente de um hidrante – 2,5 ha.

Na Tabela 5.5 são apresentadas as unidades de rega delimitadas para o sub-bloco.

Tabela 5.5 - Unidades de rega delimitadas

Parâmetro	Pedrogão 1
Nº de unidades de rega	96
Área mínima (ha)	0,53
Área média (ha)	6,38
Área máxima (ha)	53,49

Na Tabela 5.6 apresenta-se uma tabela de frequência de unidades de rega por classes de área dominada, de onde se pode verificar que cerca de 74% das unidades do sub-bloco Pedrogão 1 possui uma área dominada/equipada igual ou inferior aos 5 ha, o que representa cerca de 27% da área total dominada/equipada de todas as unidades de rega deste sub-bloco, o que expressa uma grande representatividade da pequena propriedade.

Tabela 5.6 - Tabela de frequência por unidade de área dominada

Sub-bloco Pedrogão 1				
Classe – Área dominada (ha)	Nº de unidades de rega	% do nº total	Área dominada (ha)	% da área total
≤2	28	39,58	57,3	9,75
>2 - ≤5	33	34,38	101,9	17,32
>5 - ≤10	11	11,46	84,1	14,30
>10 - ≤20	8	8,33	121,2	20,60
>20 - ≤30	3	3,13	68,7	11,69
>30 - ≤50	1	1,04	48,5	8,25
>50	2	2,08	106,4	18,09
TOTAL	96	100,00	588,11	100,00

5.3.1.4 Ocupação por culturas e necessidades de água para rega

O dimensionamento do sistema coletivo de rega foi efetuado admitindo uma ocupação cultural representada por 70,0% de culturas anuais e 30,0% de culturas permanentes, constituídas pelas culturas e rotações apresentadas na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Sistemas Culturais

Sistemas Culturais Preconizados	Rotações/Culturas	Percentagem (%)
Culturas Anuais	Milho-Trigo-Soja	20
	Girassol-Trigo-Milho-Culturas Industriais	60
	Trigo-Milho-Forrageira-Prado (5 anos)	15
	Hortícolas	5
Culturas Permanentes	Olival	100

Para o dimensionamento das infraestruturas hidráulicas tiveram-se em consideração os conceitos de área equipada, área social, área regável e área efetivamente regada:

Área Social = 5 % da Área Equipada;

Área Regável = Área Equipada – Área Social;

Área Efetivamente Regada = 90 % da Área Regável

5.3.1.5 Período de Rega

Os agricultores podem regar sem limitação de horário. Contudo, para dimensionamento dos sistemas coletivos foi estabelecido um período médio de funcionamento, o qual se ajusta ao modo de receção da água na exploração agrícola (casos das charcas, reservatórios ou barragens) à estrutura da propriedade e às tecnologias de rega previstas.

Para uma distribuição direta em pressão, foram definidos os seguintes períodos médios de utilização:

- Dias de rega por semana.....6 dias/semana
- Horas de rega por dia:
 - Pequena propriedade.....16 h/dia
 - Média e grande propriedade.....20 h/dia

Desta forma, o rendimento de utilização dos sistemas de distribuição é igual a 57,1% e 71,4%, respetivamente, para a pequena e para a média e grande propriedade.

Tomando o Bloco de Pedrógão como referência (com 88% de grande propriedade e 12% de pequena propriedade), foram adotados os seguintes indicadores no dimensionamento das redes:

- Dias de rega por semana.....6 dias/semana
- Horas de rega por dia.....19,52 h/dia
- Rendimento de utilização.....69,7%

Para o dimensionamento dos sistemas de rega, os cálculos foram elaborados com base nas necessidades de água para o mês de ponta e com uma probabilidade de não excedência de 80%.

Tendo em conta a distribuição da estrutura da propriedade/aproveitamento, os valores do caudal fictício contínuo e específico são apresentados na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Caudal contínuo fictício e específico no início da rede secundária

Dotações de rega no início da rede secundária (m ³ /ha)	Caudal fictício contínuo (l/(s.ha))	Média e grande propriedade (%)	Pequena propriedade (%)	Rendimento médio de utilização (%)	Caudal específico (l/(s.ha))
2178	0,813	88	12	69,7	1,17

5.3.1.6 Pressões de serviço

As pressões mínimas garantidas à saída das bocas de rega dependem do tipo de sistema de distribuição de água adotado. Nas redes coletivas servidas por sistemas elevatórios é garantida à saída de cada boca de rega uma pressão mínima de 0,37 MPa, tomando como referência os pontos de cota mais elevada dos prédios ou parcelas. Em algumas bocas de rega não é possível garantir aquela pressão, verificando-se um vasto número de situações no sub-bloco Pedrógão 1. A pressão mínima por hidrante é apresentada na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Pressão mínima a montante dos hidrantes

Nó	Hidrante	Nº de Bocas	H min (kPa)
2	H1	3	420
3	H2	3	420
4	H3	4	440
5	H4	4	450
6	H5	4	420
7	H6	4	280
8	H7	4	350
10	H8	2	250
11	H9	3	250
13	H10	4	400
14	H11	4	450
16	H12	3	350
17	H13	4	430
18	H14	2	390
19	H15	3	450
20	H16	2	450
21	H1.1	3	450
22	H2.1	2	450
23	H3.1	3	280
24	H3.2	3	320
25	H3.3	4	330
26	H4.1	2	310
28	H4.2	3	300
29	H4.3	1	400
30	H4.4	3	290
31	H4.5	2	370
32	H4.6	3	390
33	H5.1	3	380
34	H5.2	2	430
35	H5.3	1	350
36	H5.4	2	370
37	H5.5	4	450
38	H6.1	2	450

5.3.1.7 Plano de localização dos hidrantes

Os hidrantes são órgãos que se situam na transição entre a rede coletiva e as instalações de rega individuais. Os hidrantes têm como função principal o estabelecimento ou interrupção geral do fornecimento de água às diversas bocas de rega nele inseridas.

As bocas de rega por seu lado têm as seguintes funções:

- Ligação à rede da parcela ou eventualmente diretamente às instalações de rega existentes ao nível das unidades de rega;
- Quantificação dos volumes distribuídos;
- Limitação dos caudais máximos que poderão ser retirados.

A localização dos hidrantes foi efetuada feita de acordo com as unidades de rega, tendo sido, sempre que possível, adotados os seguintes critérios:

- Os hidrantes devem beneficiar o maior número possível de unidades de rega por forma a reduzir os custos de investimento por hectare;
- Os hidrantes, sempre que possível, são localizados nos pontos de maior cota;
- Os hidrantes devem situar-se em locais de fácil acesso;
- Os hidrantes, sempre que sirvam mais que um proprietário, devem ser localizados nos limites das propriedades por forma a permitir o fácil acesso a todos os proprietários abrangidos.

De referir também que, para cada boca de rega, para além do diâmetro, contabiliza-se o caudal e a pressão disponível à saída.

5.3.2 Elementos constituintes

5.3.2.1 Tubagens

A seleção do material das tubagens adotada nas redes de rega foi condicionada fundamentalmente por razões de ordem técnica e económica. As tubagens utilizadas são de PEAD para diâmetros inferiores a 600 mm e de ferro fundido dúctil (FFD) para diâmetros iguais ou superiores a 600 mm. Para as tubagens, quer em PEAD, quer em FFD, os acessórios acoplados são em FFD ou em aço, flangeados. O PEAD acopla aos acessórios em FFD / aço por intermédio de uma flange de aço galvanizado que assegura a proteção catódica. A ligação entre tubagens de PEAD é efetuada através de juntas electro soldadas ou soldadura topo-a-topo.

Os acessórios que se encontrem fora da caixa possuem um revestimento epóxi. No que à pressão diz respeito, as classes de tubagem foram definidas essencialmente com base nas cargas hidráulicas estáticas previsíveis nos diversos troços e atendendo também a eventuais sobrepressões originadas por regimes transitórios. No dimensionamento efetuado considerou-se igualmente o funcionamento da rede de rega em pressão.

O valor da pressão nominal nas condutas de PEAD foi ajustado em função dos perfis longitudinais das condutas e das pressões verificadas ao longo das mesmas. Uma vez conhecida a combinação de diâmetros de mínimo custo, o nível piezométrico na origem do sistema e o perfil longitudinal das condutas de rega, estabeleceram-se as classes de pressão das tubagens e acessórios.

Para efeito de classificação das pressões das tubagens e dos acessórios é necessário distinguir a terminologia do utilizador (ligada diretamente aos aspetos hidráulicos) do fabricante (ligado diretamente ao desempenho do produto) (COBA, 2008):

- Utilizador:

Pressão Máxima de Serviço (PMS): pressão máxima no interior de uma tubagem para um dado regime de funcionamento permanente (no caso de condutas elevatórias), ou a resultante da pressão hidrostática (no caso de condutas gravíticas), ou seja, a pressão correspondente à altura da coluna de água que indicaria um tubo piezométrico a ele aplicado, em regime hidráulico estável, isto é, excluindo as fases transitórias produzidas pelo golpe de aríete;

Pressão Máxima de Cálculo (PMC): pressão máxima de serviço, acrescida de uma margem de segurança para ter em conta as sobrepressões devidas a choque hidráulico. No caso das condutas que se encontram convenientemente protegidas do ponto de vista hidráulico, é comum considerar-se margens de segurança de 15 a 20% da PMS, ou seja, $PMC = PMS + \text{margem de segurança}$;

Pressão de Ensaio em vala (PE): tubos de betão - $1,5 \times PMS$ (e não inferior a 4 bar).

- Fabricante:

Pressão Máxima Admissível (PMA): corresponde à pressão mais elevada que uma determinada tubagem em serviço pode suportar a uma dada temperatura em regime permanente, dependendo das dimensões do produto, das características dos materiais e dos coeficientes de segurança utilizados pelos fabricantes;

Pressão Máxima de Funcionamento (PMF): corresponde à pressão mais elevada que uma tubagem em serviço pode suportar a uma dada temperatura, em regime de sobrepressões transitórias, ou seja, $PMF = k \times PMA$;

Pressão Máxima de Ensaio (PME): corresponde à pressão mais elevada que uma tubagem em serviço pode suportar no ensaio de campo antes de entrada em serviço, ou seja, $PME = k \times PMA$;

Pressão Nominal (PN): designação numérica de referência, dada pelo fabricante, para definir as classes de resistência das tubagens e dos demais acessórios e equipamento aplicável, sendo que a cada PN se encontra associado uma PMA a uma dada temperatura.

Genericamente, as relações a considerar na interface utilizador/fabricante são $PMS \leq PMA$, $PMC \leq PMF$ e $PE \leq PME$.

Com base na simulação da rede para outros regimes de funcionamento permanente, nomeadamente de pequenos caudais, considerando as principais influências do tipo de comando e de proteção das condutas, e tendo em conta o choque hidráulico no sistema projetado, a classe de pressão de cada troço da rede foi estabelecida de acordo com a pressão de serviço obtida para

um regime permanente de 100% do caudal de ponta e cota piezométrica na origem de cada rede de rega.

Estes dados encontram-se resumidos na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 - Extensão total das condutas por diâmetro e PN

Material	DN (mm)	Comprimento (m)				
		PN (kg/cm ²)			Total	
		6.3	8	9	m	%
FFD	900			1969	1969	21
FFD	800			1048	1048	11
FFD	700			598	598	7
FFD	600			755	755	8
PEAD	560	217			217	2
PEAD	500	959	37		996	11
PEAD	450	420	516		936	10
PEAD	355		542		542	6
PEAD	315	309	400		709	8
PEAD	250	127			127	1
PEAD	225	224	263		487	5
PEAD	200	287			287	3
PEAD	160		347		347	4
PEAD	125		174		174	2
TOTAL		2543	2279	4370	9191	100

5.3.2.2 Hidrantes

Os hidrantes e bocas de rega presentes do sub-bloco são do tipo clássico, constituídas por válvulas volumétricas instaladas no interior de caixas, as quais estão fechadas com uma tampa metálica, evitando o manuseamento dos equipamentos por pessoal alheio à exploração da obra.

As bocas de rega podem estar equipadas com regulador de pressão que tem como objetivo principal fixar a pressão disponível na boca de rega num valor pré-estabelecido.

A análise dos caudais de dimensionamento dos hidrantes/bocas de rega permite concluir que não é possível adotar o mesmo tipo de hidrante em todas as unidades de rega.

Nas situações em que o caudal de dimensionamento das bocas de rega é menor ou igual a 80 m³ h⁻¹ e o caudal total do hidrante é igual ou menor que 110 m³ h⁻¹, foram instalados hidrantes clássicos (Hidrante Tipo I). Para as unidades de rega de média e grande dimensão, foram adotados hidrantes constituídos por válvulas volumétricas com uma (Hidrante Tipo II) ou várias saídas de água (Hidrantes Tipo III e IV).

O dimensionamento dos conjuntos hidrante/boca de rega foi efetuado com base nas especificações dos fabricantes, admitindo-se uma perda de carga máxima no conjunto nunca superior a 70 kPa.

O equipamento instalado permite a transmissão de informação para uma central de controlo local, enquadrada no sistema de controlo e monitorização.

Com a implantação deste sistema tornou-se assim possível a recolha em tempo real, ao nível da boca de rega, de toda a informação pretendida pelo gestor do aproveitamento, com destaque para o seu estado de funcionamento, pressão, caudal instantâneo e volumes consumidos, com o sistema a ter a possibilidade de atuar sobre cada uma das bocas de rega, cortando o funcionamento da água em caso de avaria, não pagamento de tarifas estabelecidas ou excesso de consumo.

5.3.2.3 Condutas de aproximação – extensões

Nas situações em que as unidades terciárias de rega estão separadas por valas, caminhos agrícolas, estradas ou outra barreira física bem definida, foram colocadas saídas isoladas, isto é, ramais de ligação entre a boca de rega e a unidade de rega (extensões). Devido aos comprimentos consideráveis que algumas extensões apresentam, optou-se por as implementar tubagens das extensões em FFD.

A estrutura terminal encontra-se munida de válvula de seccionamento e adaptador de ligação à rede terciária do agricultor. As ligações efetuadas entre os hidrantes e as bocas de rega e as tubagens das extensões (troços verticais de ligação), são constituídas por troços em aço e curvas em FFD a 90° para o hidrante Tipo I (pequenos diâmetros). No caso dos hidrantes Tipo II, III, IV, de maiores dimensões, as ligações a efetuar destas extensões são realizadas por troços e curvas a 90° em ferro fundido dúctil. As tubagens de ligação aos hidrantes em ambos os casos são também em FFD.

5.3.2.4 Válvulas de Seccionamento

A exploração da rede secundária de rega implica necessariamente a realização de operações de manutenção, de conservação e de reparação. A sua realização durante um período de rega tem de se circunscrever a pequenas zonas ou sectores que possam ser isolados entre si, por forma a evitar a falta de abastecimento generalizada, e, indiretamente, o esvaziamento de grandes extensões da rede.

Para o efeito, foram instaladas válvulas de seccionamento em linha e nas derivações existentes ao longo da conduta principal. Estes equipamentos permitem isolar troços da rede sem prejuízo do fornecimento de água às restantes manchas de rega.

Para este caso de estudo, as válvulas foram instaladas em condutas com diâmetros iguais ou superiores a 350 mm, nas linhas de adução de maior importância. Estas são válvulas de borboleta, que se encontram alojadas no interior de caixas, com acesso ao nível do terreno, construídas em betão armado.

As válvulas com diâmetros nominais iguais ou superiores a 350 mm são motorizadas pelo sistema de telegestão. Em algumas situações, estes dois tipos de válvulas possuem ventosas e descargas de fundo associadas, numa única caixa. Nos ramais ascendentes, as ventosas e as descargas de fundo foram colocadas, respetivamente, a montante e a jusante das válvulas. Nos ramais descendentes inverteu-se a sua posição. As válvulas de borboleta possuem o corpo e a borboleta em FFD, revestido exteriormente com resina epóxi. O eixo da borboleta é feito em aço inox e a sede em liga inox.

Em geral e sempre que possível, as válvulas de seccionamento de ramal foram colocadas nos limites da propriedade, de modo a evitar que a caixa de proteção interfira com os trabalhos agrícolas.

5.3.2.5 Ventosas

A variação da altura piezométrica que tem continuamente lugar no interior das condutas, origina a permanente variação do grau de dissolução do ar na água, dando lugar à sua libertação. A presença de bolsas de ar não controladas nos sistemas hidráulicos provoca, não só reduções significativas do caudal escoado, como eventuais problemas de golpe de aríete, por vezes fatais para as tubagens e para o equipamento acessório. Como tal, foram utilizadas na construção do sub-bloco ventosas do tipo de três funções.

No que respeita à localização, recomenda-se, genericamente, a sua localização nos seguintes pontos:

- Em todos os pontos altos do perfil longitudinal da conduta, tomando como referência a linha de energia e não a horizontal;
- A montante e a jusante de válvulas de seccionamento instaladas, respetivamente, em troços ascendentes e em troços descendentes;
- Nos pontos dos troços ascendentes em que haja uma redução brusca da inclinação;
- Nos pontos dos troços descendentes onde ocorra um aumento significativo da inclinação;
- Onde seja necessário reduzir o afastamento máximo entre dispositivos que, normalmente, não deverá ser superior a 1 km.

O traçado da conduta é também estabelecido de modo a facilitar a concentração do ar em pontos altos onde se instalarão as ventosas, daí existirem inclinações mínimas consideradas para os troços ascendentes e descendentes.

Sendo equipamentos relativamente sensíveis e suscetíveis de entupimento, a manutenção das ventosas deve ser possível de executar sem que se tenha de interromper o abastecimento de

água para jusante. Para o efeito, existe sempre uma válvula de seccionamento imediatamente a montante da mesma no respetivo ramal de ligação, independentemente da ventosa já incorporar sistemas próprios de seccionamento.

As múltiplas condições de funcionamento durante uma época, a multiplicidade e a localização precisa das ventosas condiciona o seu dimensionamento rigoroso. Por outro lado, as condições de funcionamento assumem particular importância no dimensionamento das ventosas em situações de condutas de elevação, em situações de desnível muito acentuado ou quando a arquitetura da rede leva a que a sua localização esteja muito afastada entre si, com poucas ventosas a protegerem grandes extensões de condutas.

5.3.2.6 Descargas de Fundo

Com o objetivo de esvaziar sectores de condutas previamente isolados, procedeu-se à instalação de válvulas de descarga em todos os pontos baixos da rede e, tal como se referiu anteriormente, em associação com as válvulas de seccionamento dos ramais.

O cálculo dos diâmetros das descargas de fundo foi efetuado com base no tempo máximo de esvaziamento completo do troço ou do sector interessado, tendo sido admitido um tempo de esvaziamento compreendido entre 2 h a 4 h.

Por forma a uniformizar as dimensões do equipamento a utilizar, adotaram-se os diâmetros para as válvulas de descarga de fundo apresentados na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Diâmetro das válvulas das descargas de fundo

Diâmetro da conduta (mm)	Válvula de descarga de fundo DN (mm)
< 600	100
> 700 - < 1000	150
> 1000	200

As válvulas de descarga de fundo são do tipo cunha, de comando manual por volante e estão ligadas às condutas da rede através de derivações em tê. As válvulas estão alojadas no interior de uma caixa com acesso ao nível do terreno, sendo a sua drenagem assegurada, eventualmente, por uma conduta de PVC com descarga para uma linha de água natural.

5.3.2.7 Reservatórios Unidireccionais

No troço terminal (conduta C4) da rede de rega do Bloco de Pedrógão 1 foi colocado um reservatório unidirecional (RUD), com o objetivo de proteção da rede dos regimes transitórios. Este reservatório alimenta as condutas da rede de rega quando a cota piezométrica nestas atingir

valores inferiores ao da cota de água no reservatório. Desta forma, a linha piezométrica não desce abaixo da linha das cotas topográficas do eixo da conduta, evitando assim que ocorram pressões negativas.

O RUD foi colocado num ponto elevado da topografia, e num ponto afastado da estação elevatória (COBA, 2008).

O volume do reservatório é de 15 m^3 , com os seguintes parâmetros principais:

- Área em planta: $S = 5 \text{ m}^2$;
- Altura: $h = 3 \text{ m}$.

6 Software existente na EDIA

6.1 A SAP em Portugal

A empresa *Systems, Applications and Products in Data Processing* (SAP) está presente no mercado português desde 1993, enquanto escritório da subsidiária SAP Espanha e Portugal, tendo-se tornado em 1999 SAP Portugal. Atualmente, mais de 5600 empresas gerem os seus processos de negócio com as soluções SAP. Em Portugal, a SAP atingiu a sua maior faturação de sempre em 2014, ao registar 81,8 milhões de euros de faturação, valor este que representa um crescimento de 16% face ao ano anterior.

Nos dias de hoje, a SAP Portugal conta com cerca de 400 colaboradores na sua estrutura organizacional, que se dedicam a ajudar os seus clientes a realizar negócios mais eficientes e rentáveis. Como empresa global, além de oferecer soluções de negócio, proporciona serviços de consultadoria, formação e suporte com a finalidade de obter o máximo rendimento das suas aplicações.

A SAP Portugal conta com clientes de todas as dimensões e sectores de atividade, sendo que detém no território nacional uma liderança inequívoca, em que conta, não só, com 85 das 100 maiores instituições não financeiras em Portugal como clientes, mas também com cerca de 70% da sua base de 5600 empresas clientes, oriundas do mercado de empresas de pequena e média dimensão. De entre os clientes destacam-se nomes como Caixa Geral de Depósitos, Câmara Municipal de Lisboa, EDP, Grupo Pestana, Grupo Sonae, Jerónimo Martins, Ministério das Finanças, Mota Engil, Portucel e Portugal Telecom.

6.2 A SAP na EDIA

A EDIA procedeu à aquisição do *software* SAP em 1998, com um vasto conjunto de módulos a entrar em funcionamento ao longo dos anos seguintes.

Com a obrigatoriedade da adoção da moeda única, foi efetuada uma reimplementação do *software* em 2002, tendo-se parametrizado os módulos de CO (*controlling*), FI (*finances*), PS (*project system*) e MM (*material management*). Em 2004, já com o módulo de recursos humanos adaptado à versão portuguesa, procedeu-se à sua implementação. O módulo de gestão de manutenção (PM) foi o último a ser implementado, em 2011.

6.2.1 Módulo SAP *Plant Maintenance* (PM) – Objetivos e Enquadramento Geral

Com a entrada em exploração dos empreendimentos construídos pela EDIA, e tendo em consideração a complexidade de gestão inerente aos mesmos, torna-se necessário o recurso a ferramentas informáticas que auxiliem a sua gestão.

No processo de escolha de um software que servisse os propósitos da empresa, foram tidos em conta diversos fatores, com o preço e a interligação com outros sistemas a situarem-se no topo das prioridades. Foram efetuadas visitas à EPAL, Somincor e Águas de Cascais. Estas deslocações tiveram como objetivo aferir a forma como estas empresas geriam os seus ativos, quer ao nível de processos quer ao nível do *software*.

As soluções de gestão de ativos analisadas permitem induzir melhorias nos processos relacionados com as seguintes dimensões:

- Informação - Maior conhecimento dos equipamentos e histórico de ocorrências;
- Controlo – Controlo dos custos dos equipamentos, custos associados às Intervenções, controlo de inventário e forma como são movimentados os materiais e equipamentos, controlo sobre aquisições e depreciações do imobilizado;
- Execução – Melhor utilização de recursos, materiais e equipamentos através de planeamento e programação eficiente de atividades.

A implementação do módulo de gestão de ativos permite os seguintes benefícios (EDIA, 2013):

1. Manutenções preventivas/corretivas sobre todo o equipamento e infraestruturas efetuadas:
 - Cumprimento dos planos de manutenção preventiva e previsão antecipada sobre a disponibilidade de determinada infraestrutura;
 - Possibilidade de comparação entre o número de horas contratualizado e definido para determinado equipamento face aos resultados obtidos no âmbito da exploração;
 - Aumento do período de disponibilidade da infraestrutura (*uptime*) e análises de disponibilidade;
 - Término das intervenções de manutenções das infraestruturas de forma isolada e promoção da gestão integrada da manutenção.
2. Gestão integrada de contratos de manutenção e garantias de equipamentos associados aos ativos:
 - Possibilidade de realização de análises a fornecedores associados à gestão de contratos
 - Possibilidade de emissão de avisos associados a datas de expiração de contratos de fornecimento, permitindo a sua renegociação ou rescisão atempada;
 - Possibilidade de acesso imediato ao histórico de determinado componente ou órgão, verificando a vigência de garantias contratuais ou a sua afetação a contratos de manutenção;

- Possibilidade de acesso imediato à informação relativa aos contratos que se encontram em vigor na empresa, e sua interligação com as infraestruturas e ativos sobre os quais prevalecem.

3. Melhoria de processos financeiros

- Maior capacidade negocial junto dos fornecedores, uma vez que há uma economia de escala ao saber aquilo que é necessário comprar no curto espaço de tempo;
- Facilidade de efetuar o processo contabilístico de abate;
- Aquando da contratação de novas peças, a análise do histórico das mesmas permite maior capacidade negocial;
- Aquando da encomenda de peças de substituição pode tentar-se diminuir custos de transporte, encomendando outras peças necessárias num futuro próximo;
- Maior rigor e controlo do orçamento;
- Possibilidade de analisar custos comprometidos para o futuro e conhecimento do total de gastos efetuado no passado por ativo;
- Possibilidade de prever receitas associadas a um ativo escaladas num horizonte temporal.

4. Possibilidade de Pesquisa Multicritério

- Análise de ocorrências (por fornecedor, local, custo, etc.) possibilitando a tomada de decisões de forma integrada e com conhecimento mais detalhado;
- Possibilidade de identificação de ocorrências associadas às infraestruturas da EDIA, permitindo saber em que local da sua área de atividade existem mais ocorrências;
- Possibilidade de tratamento de informação de forma maciça de forma a apoiar a decisão;
- Possibilidade de cruzamento de informação na hora;
- Controlo de peças obsoletas e stocks.

5. Gestão eficaz das equipas de manutenção

- Existência de fichas de ocorrência, permitindo a identificação dos interventores;
- Emissão de planos semanais de trabalho;
- Criação de uma base de dados de avarias e soluções, permitindo uma resolução mais rápida das mesmas e aumento a produtividade;
- Análise de performance associada à resolução de avarias;
- Rentabilização das deslocações dos técnicos em função das datas e localização dos equipamentos afetos às manutenções.

6. Eficiência de contacto com o exterior

- Proatividade no contacto com os beneficiários (clientes) afetados por uma avaria ou manutenção (por SMS ou outra tecnologia) permitindo, por exemplo, que determinada reclamação não seja respondida múltiplas vezes;
- Conhecimento sobre a extensão dos danos e/ou prejuízos causados por determinada avaria ou intervenção, e sua duração;
- Possibilidade de conhecimento acerca das reclamações apresentadas por ativo;
- Possibilidade de obter respostas de forma rápida a pedidos internos e externos, sobre as infraestruturas e ativos da EDIA.

7. Eficaz gestão de stocks de forma a diminuir o risco associado à paragem das infraestruturas

- Identificação do risco operacional de uma infraestrutura através da categorização da mesma;
- Diminuição do espaço ocupado e do stock de peças disponíveis em armazém;
- Possibilidade de identificação de peças que já se encontram obsoletas e promoção da sua substituição;
- Disponibilização dos materiais necessários à realização das intervenções de manutenção.

8. Uniformidade de procedimentos para gestão de ativos

- Possibilidade de definição de indicadores chave;
- Possibilidade de adoção de práticas de mercado atuais;
- Possibilidade de aceder a documentação técnica e do processo atual;
- Sistematização do tratamento à infraestrutura;
- Informação atual.

9. Gestão Geospacial do EFMA

- Representação física dos ativos, com contexto geográfico, melhorando a criação de novos ativos, notas e ordens de trabalho;
- Acesso à informação de ativos através da sua localização;
- Acesso a algoritmos de análise espacial para apoio à gestão dos ativos, ao seu planeamento, e apoio à decisão;
- Melhoramento dos relatórios produzidos;
- Possibilitar a integração de levantamento de dados no terreno (GPS);

- Utilização de informação georreferenciada que permita cruzar toda a informação numa dada zona geográfica;
- Facilidade de utilização, para o utilizador final, permitindo um ambiente gráfico e geoespacial para o processamento de operações, aumentando a sua produtividade, otimizando o número e a forma das intervenções na rede;
- Melhoria da qualidade dos dados, através da validação inter-sistemas, maior visibilidade dos dados, e suporte a observação no campo por GPS;
- Aumento da utilização da informação do repositório único de informação (SAP R3) relativa aos ativos;
- Usufruir dos investimentos efetuados nos sistemas SIG e SAP, obtendo as maiores sinergias possíveis.

Na Figura 6.1 é apresentado um esquema da redução de passos associada à implementação do módulo PM.

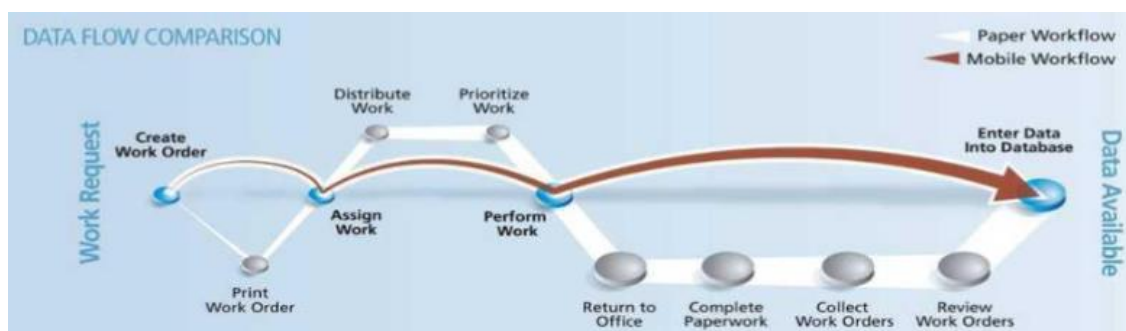


Figura 6.1 - Redução de passos associada ao módulo PM (*Transforming Asset Intensive Businesses with SAP Mobile Solutions*, 2016)

Tendo em consideração a Arquitetura dos Sistemas de Informação já existente na empresa e a análise custo/benefício efetuada, entendeu-se que a solução a implementar seria o módulo PM (*Plant Maintenance*) da SAP. Assim, o software adquirido em 1998 é rentabilizado e não representa custos acrescidos à empresa.

6.2.2 Integração com outros sistemas – Interação entre SIG e SAP

A EDIA tem implementado um Sistema de Informação Geográfica (SIG) empresarial, servindo de forma transversal diversos sectores da empresa. Este sistema é baseado em software ESRI, nomeadamente *ArcGIS Server* e *ArcGIS Desktop*, e numa base de dados Oracle. Para além da utilização do SIG via aplicações desktop, onde é realizada a gestão e edição da informação georreferenciada, também se encontram em utilização diversas aplicações web para acesso integrado a informação geográfica e alfanumérica. Estas aplicações têm tecnologia ESRI e ASP.NET. O cadastro de infraestruturas já existentes no SIG, que consiste na localização, traçado

e caracterização das infraestruturas que compõem o Sistema Global de Rega do EFMA, desempenha um papel essencial na implementação do módulo PM.

A integração e interligação entre os elementos cadastrados no SIG e cadastrados no SAP é essencial, de forma a que possam ser identificados pelos utilizadores em ambos os sistemas de forma automatizada. Isto é, partindo de um dos sistemas, o utilizador deve ser capaz de consultar e visualizar informação correspondente no outro sistema, de forma automatizada e expedita.

Dado que a EDIA desenvolve e melhora as suas aplicações de forma evolutiva e constante, a integração SAP-SIG é passível de incorporar em aplicações web e desktop. Apesar de existirem diferentes níveis de detalhe hierárquico em cada sistema (prevê-se maior hierarquização e detalhe no SAP, e maior abstração no SIG), a edição do cadastro de infraestruturas no SIG está sincronizada e integrada com a implementação SAP, de forma automática, assegurando que não existem desvios entre a representação SIG e a representação SAP das mesmas infraestruturas. Este sincronismo é assegurado de forma bidirecional, ou seja, ao editar informação no SAP as alterações são refletidas no SIG, e vice-versa, sempre que necessário, para garantir este sincronismo. Desta forma, consegue-se assim usufruir dos benefícios que ambos os sistemas podem oferecer à EDIA na gestão dos seus ativos. Esta comunicação bidirecional entre os dois sistemas engloba diversas funcionalidades:

- Pesquisa de ativos SAP através de elementos selecionados no SIG;
- Identificação de ativos no mapa com possibilidade de consulta desses ativos no SAP;
- Edição no SIG da associação entre elementos no mapa e ativos no SAP;
- Questionar o SIG para obtenção de troços de rede e de clientes afetados por intervenção ou avaria num ativo SAP;
- Ao criar novo sector de rede no SIG oferecer a possibilidade de criar os ativos respetivos em SAP, sujeito a confirmação por técnicos em SAP;
- Criar relatórios de ativos ou de intervenção, em SAP, com inclusão opcional de mapa de localização, ligação à rede, e também opcionalmente com troços e clientes afetados;
- Aceder em SIG a relatórios de intervenções passadas e previstas para ativos selecionados;
- Listar hierarquia de um ativo selecionado no SIG;
- Registo, durante o fecho de uma ordem de trabalho, de correções ao cadastro a efetuar no SIG e SAP;
- Dependência da existência de georreferenciação ao criar novos ativos em SAP;
- Abertura/fecho de manutenções efetuadas;
- Consulta de histórico de avarias e fecho das mesmas associadas ao ativo;
- Consulta de dados associados a um ativo;

- Consulta das peças desenhadas e escritas (Projeto de Execução e Telas Finais) relativas a um ativo SAP.

No que à arquitetura diz respeito, são utilizadas orientações SOA (*Service Oriented Architecture*) e *Webservices* para a integração com o SIG. Neste ponto, comunicação é efetuada através de *Webservices*, tanto para os processos de consulta de dados como para a sincronização de cadastro. Como a comunicação é efetuada nos dois sentidos e em momentos distintos, foram criados 2 *Webservices*, um do SIG e outro de SAP.

Em suma, a interface de dados entre os dois sistemas contempla o processo de criação e modificação de cadastro de equipamentos e infraestruturas - interface bidirecional de criação e modificação de dados (considerados relevantes em sede de projeto):

A criação de ativos em SAP é replicada automaticamente em SIG. O processo de comunicação inversa (SIG -> SAP) não é automático, sendo necessário que o responsável pela sua criação, manualmente, indique a intenção de transferência de dados. A comunicação, no entanto, pode ser efetuada, em ambos os sentidos, através de *Webservices*. O momento de invocação dos *Webservices* é determinado pela respetiva aplicação. De salientar ainda o facto de que, caso o ativo esteja a ser modificado simultaneamente pelas duas aplicações e ocorram situações de conflito, é mantida a informação do sistema SAP.

Nas Figuras Figura 6.2 e Figura 6.3 são apresentados fluxos de transferência de dados entre SIG e SAP.

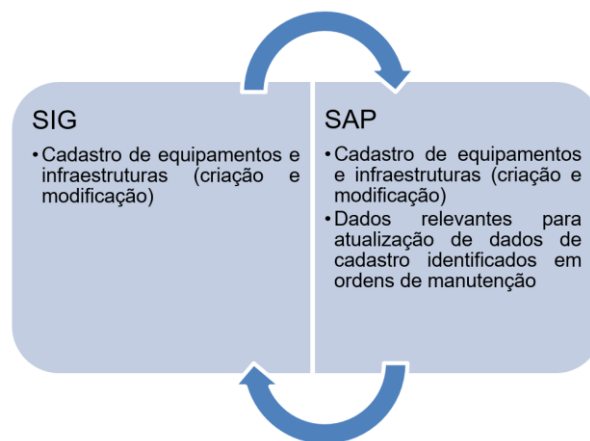


Figura 6.2 - Fluxo 1 de transferência de dados SIG - SAP

No que respeita à consulta de dados de equipamentos e infraestruturas, os elementos fundamentais de seleção de dados encontram-se mantidos nos dois sistemas, permitindo uma rápida pesquisa de ativos que correspondam a essas características. A informação que não seja interfaceada (e que resida apenas num dos sistemas) é obtida a partir do outro sistema via *Webservices*, considerando um código que identifique o ativo nos dois sistemas.



Figura 6.3 - Fluxo 2 de transferência de dados SIG - SAP

6.2.3 Integração com outros sistemas – Interação entre SCADA e SAP

Pretendia-se também que o sistema estivesse preparado para a incorporação com sistemas alarmistas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), sistemas estes que utilizam *softwares* de monitorização e supervisão das variáveis e dispositivos do sistema, conectados através de controladores específicos. Desta forma, o SCADA tem a capacidade de emitir, em condições de alarme ou avaria, informação num formato tabular pré-definido que é posteriormente incorporado no SAP, podendo ser despoletadas ordem de avarias ou anomalias associadas aos equipamentos.

A interface de dados definida entre os dois sistemas contempla o processo de criação, em SAP, de notas (ou ordens) de manutenção corretiva, com base em informação recebida dos sistemas SCADA. Esta interface é efetuada mediante a troca de um ficheiro, cujo formato é pré-definido.

Na Figura 6.4 é apresentado o fluxo de transferência de dados entre SCADA e SAP.



Figura 6.4 - Fluxo de transferência de dados SCADA – SAP

6.2.4 Integração com outros módulos SAP

Integração de PM com a área de Compras e Gestão de Stocks (MM)

A integração com o módulo de MM está presente em diversos pontos dos processos de manutenção. Logo na definição de dados mestre de manutenção, nomeadamente na lista técnica

e na lista de tarefas (no que se prende com a informação de que materiais são utilizados em cada operação), são utilizados códigos de materiais devidamente catalogados em MM. No processamento da manutenção propriamente dita, a integração de PM e MM verifica-se em diversos momentos:

- Criação de ordens de manutenção ao abrigo de contratos previamente estabelecidos;
- Criação de reservas de material que se encontre em stock;
- Geração de necessidades de materiais para compra;
- Geração de requisições de compra para serviços ou aquisição de materiais específicos para a ordem de manutenção;
- Consumos de materiais, com atualização imediata das quantidades em stock.

Integração de PM com a área de Contabilidade Analítica (CO)

A componente da área de contabilidade analítica tem normalmente uma forte integração com todos os módulos logísticos. O módulo de PM não é exceção. As listas técnicas de PM, o plano de componentes e serviços, bem como os roteiros/atividades planeadas ao nível da ordem são os fatores quantitativos para a determinação dos custos planeados previstos para as manutenções. No processamento de cada uma das ordens de manutenção, nomeadamente no momento de confirmação dos tempos gastos, serviços adquiridos e materiais utilizados, são atualizados os seus custos reais. Este módulo disponibiliza um conjunto de diversos relatórios que permitem uma análise pormenorizada dos custos planeados, reais e eventuais desvios.

6.3 SAP PM - Processo de Manutenção

Independentemente do processo de manutenção em questão (preventiva ou corretiva), podem ser utilizados dois documentos com funções distintas, suportando e documentando cada intervenção efetuada. São eles as Notificações e as Ordens de Manutenção.

Notificação de Manutenção

A notificação (ou nota) de manutenção tem como objetivo identificar uma situação que necessita de intervenção ou análise, registar um facto relevante para efeitos de manutenção e dados relativos a causas e sintomas das ocorrências. Serve de base para o reencaminhamento da intervenção para entidades com capacidade de execução da intervenção (ou capacidade de decisão no caso de se recorrer a entidades externas para a sua execução).

Ordem de Manutenção

A ordem de manutenção constitui o documento onde são registados os dados de detalhe referentes à intervenção de manutenção a efetuar. Estes dados englobam informação respeitante

às operações a efetuar, tempos de realização, centros de trabalho executantes e materiais a utilizar, etc.

A ordem constituirá aos vários níveis (técnico e financeiro), o objeto agregador da informação, sendo detalhados todos os aspetos relevantes para levar a cabo a intervenção. O seu conteúdo pode ser mais ou menos completo de acordo com a complexidade do processo, podendo ser criada com base num roteiro complexo de atividades e recursos, ou ser utilizada de uma forma genérica apenas para o registo de necessidades de materiais e registo de atividades.

No seu processamento inicial, um conjunto de verificações automáticas em termos de planeamento de recursos pode ser efetuada:

- Verificação da capacidade existente no centro de trabalho face às necessidades. Para esta verificação o sistema tem em consideração a capacidade útil e a capacidade disponível do centro de trabalho;
- Verificação de disponibilidade de material, que permite a verificação da existência em armazém de quantidade de material suficiente para satisfazer as necessidades da Ordem. No que respeita a utilização de componentes, e sua integração com a componente de compras e abastecimento, existem dois cenários possíveis:
 - São identificados como componentes, materiais para stock, sendo geradas reservas de material em armazém;
 - São identificados serviços a adquirir, sendo gerada automaticamente uma requisição de compra para os mesmos.

O tratamento subsequente das reservas e requisições é feito no módulo de Gestão Compras e Materiais (módulo de MM), respeitando os processos atualmente em vigor na EDIA, salvo a necessidade de se proceder a algum ajuste que se venha a identificar necessário.

Com a informação relativa a recursos necessários e quantidades de materiais e de serviços previstas, é possível obter o custo estimado da Ordem.

Uma vez realizada a intervenção, é necessário proceder à confirmação dos tempos efetivamente gastos, dos materiais utilizados e dos serviços adquiridos. Deste modo apura-se o seu custo real. Nesse momento, pode-se igualmente proceder à atualização das leituras de medição ou posição de contadores.

A ordem de manutenção, sendo um elemento aglomerador de custos, deverá no final da sua utilização, ou de forma periódica (tratando-se de uma ordem em aberto durante um longo período de tempo), ser apropriada a outro objeto de análise analítica (ex: centro de custo “dono” do equipamento, imobilizado, etc.). Estas atividades refletem-se em termos de contabilidade analítica nos objetos de CO (*controlling*) intervenientes.

6.3.1 Processo de Manutenção Corretiva

A componente de Manutenção Corretiva assenta em dois objetos, as Notas e as Ordens de Manutenção, permitindo cobrir todo o cenário integrado de manutenção.

As Notas de Manutenção são pedidos de intervenção em determinado equipamento ou local de instalação onde se descreve o estado de avaria do objeto técnico em causa. Têm uma importância significativa, caso haja necessidade de caracterizar em detalhe o incidente e características da avaria. O seu registo permite enriquecer o histórico de ocorrências, associando catálogos de sintomas e de medidas a tomar.

Nas Ordens de Manutenção são definidas em detalhe as medidas de manutenção a aplicar, analisar o respetivo trabalho (interno e externo) e assegurar a apropriação de custos à intervenção.

O processo inicia-se com o registo de uma Nota de Manutenção por parte do utilizador que deteta uma avaria. Esta é devidamente encaminhada para os responsáveis pelo seu processamento, que procedem à abertura de uma ordem de manutenção, onde se identificam as tarefas a realizar, quem as realiza, que materiais devem ser utilizados, que serviços externos são requeridos, etc. O planeamento das datas da intervenção é fundamental, por forma a garantir uma boa gestão dos recursos materiais e humanos, procedendo-se eventualmente à aquisição de bens e serviços que se preveja serem necessários. Após a realização da reparação, procede-se à confirmação de tempos e materiais gastos, assim como de serviços adquiridos. Para identificar que a intervenção foi finalizada, é efetuado o encerramento da Ordem e da Nota, podendo apurar-se deste modo o tempo que o equipamento se encontrou paralisado para intervenção.

Na Figura 6.5 é apresentado o fluxograma processual da Manutenção corretiva

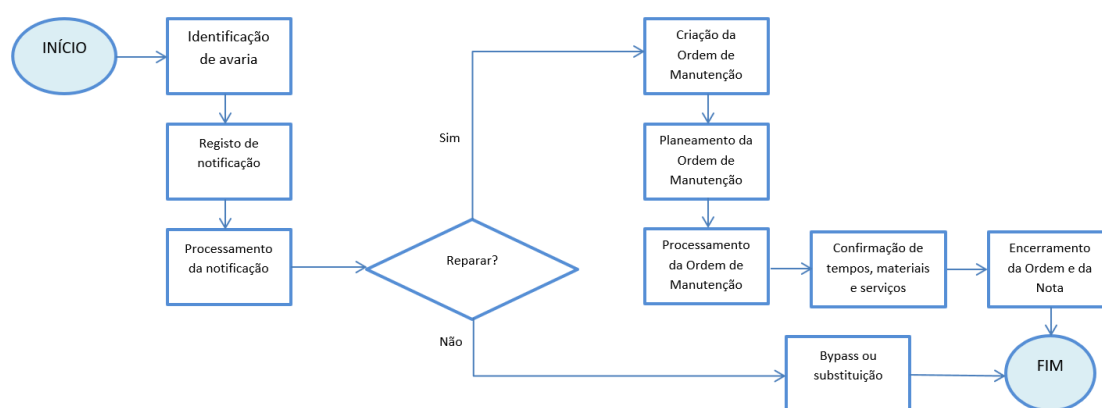


Figura 6.5 - Fluxograma processual da Manutenção Corretiva

6.3.2 Processo de Manutenção Preventiva

De forma resumida, a componente de Manutenção Preventiva permite evitar a ocorrência de avarias que acarretem reparações profundas a que estão normalmente associados custos significativos e que têm impacto na disponibilidade dos recursos produtivos, por implicarem tempos de paragem elevados ou por terem impacto direto junto dos consumidores. Esta permite refletir, em sistema, procedimentos de manutenção recomendados pelo fabricante e requisitos legais e/ou ambientais de manutenção.

O processo de Manutenção Preventiva inicia com as atividades de Planeamento da Manutenção de longo prazo, intrinsecamente relacionadas com a criação de Planos de Manutenção. Estes deverão ser criados consoante a periodicidade (ou *performance* ex: km percorridos, ou condições ex: pressão atingida) das intervenções de rotina nos equipamentos, podendo o mesmo Plano de Manutenção ser utilizado para os Equipamentos que tenham os mesmos ciclos de manutenção. Neles define-se não só a periodicidade, mas também que conjunto de tarefas (pacotes de manutenção) que devem ser levadas a cabo em cada momento.

Após a criação dos Planos efetua-se a sua Programação que, com base em diversos parâmetros definidos e nos registos de atividade dos equipamentos, despoleta a criação de datas planeadas para a manutenção.

A Programação dos planos deve ser efetuada regularmente, por forma a atualizar as datas planeadas, com base na atividade dos equipamentos e nas confirmações da execução das ações de manutenção.

Considerando uma antecedência (em dias) previamente estipulada, são geradas automaticamente notas (ou ordens) de manutenção preventiva que são processadas de um modo semelhante ao da manutenção corretiva: o responsável analisa as intervenções a efetuar e cria ordens de manutenção (se estas ainda não foram criadas automaticamente pelo sistema). Nestas ordens de manutenção preventiva não é necessário identificar as operações a realizar, quem as realiza, materiais a utilizar ou serviços a adquirir, se estas já se encontrarem definidas nas listas de tarefas associadas ao plano de manutenção.

Considerando as necessidades de tempos para a sua execução e a capacidade disponível dos centros de trabalho, o planeador da manutenção poderá ajustar as datas programadas das intervenções.

Uma vez realizada a intervenção, procede-se à confirmação de tempos e materiais gastos, assim como de serviços adquiridos. Quando finalizada, efetua-se o encerramento da Ordem e da Nota, podendo apurar-se deste modo o tempo que o equipamento se encontrou paralisado para intervenção.

Na Figura 6.6 é apresentado o fluxograma processual da Manutenção Preventiva.

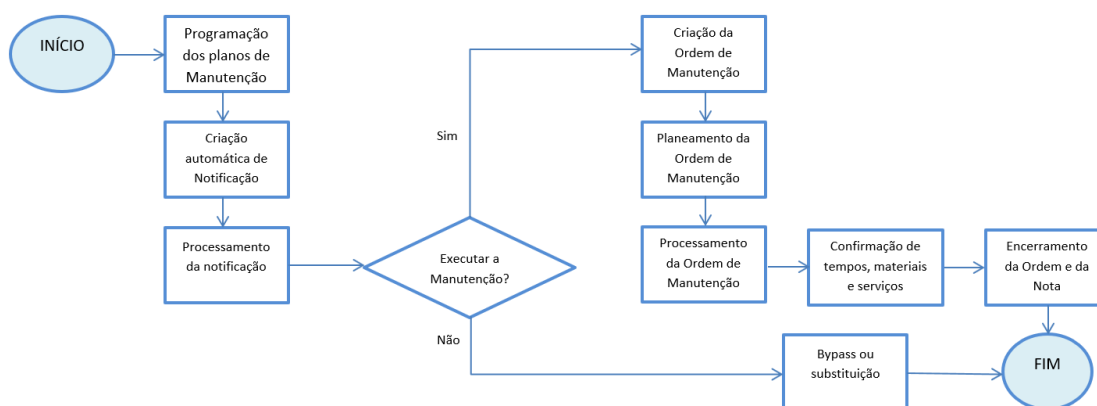


Figura 6.6 - Fluxograma processual de Manutenção Preventiva

6.3.3 Processo de Manutenção de Rotáveis

Este processo específico prevê a possibilidade de, em sistema, espelhar a reparação de rotáveis. São normalmente identificados, neste processo, materiais para *stock* críticos, que estão sujeitos a reparação.

Inicialmente, o rotável está instalado em determinado equipamento. Ao avariar é retirado e substituído por outro, dando entrada em stock com identificação de que se encontra avariado. É criada uma ordem de manutenção de reparação, identificando-se se esta será realizada interna ou externamente. Após concluída a intervenção, o material volta a estar disponível em *stock* com identificação de que se encontra reparado.

Na Figura 6.7 é apresentado o fluxograma processual da Manutenção de Rotáveis.

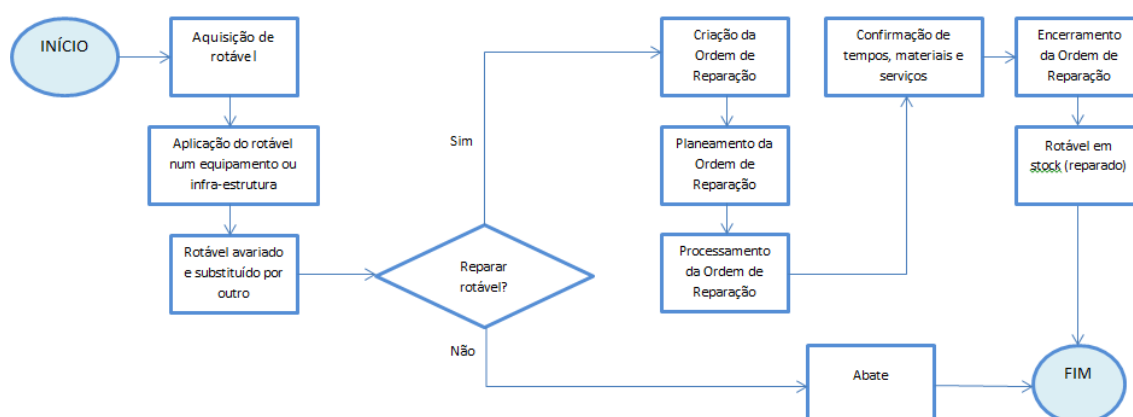


Figura 6.7 - Fluxograma processual da Manutenção de Rotáveis

7 Trabalho realizado e análise dos resultados

7.1 Enquadramento

O período sazonal fora da campanha de rega, geralmente compreendida entre os meses de maio e outubro, é atualmente alvo de intervenções de manutenção preventiva, com vista ao correto funcionamento de todos os equipamentos intervenientes na campanha seguinte. Essas intervenções têm como propósito a redução da probabilidade de avarias, tentando manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições possíveis. Apesar de positiva, esta medida tem provado ao longo dos anos não ser suficiente para evitar falhas nas campanhas de rega seguintes. Muitos dos equipamentos acabam por ser descurados e só aqueles que apresentam sinais mais visíveis de degradação são reparados.

A criação de um programa de gestão da manutenção envolve uma organização processual apta a definir as rotinas de manutenção presentes no sistema. Para essa finalidade, foram seguidas um conjunto de etapas sucessivas. Na Figura 7.1 apresenta-se esquematizado uma metodologia de auxílio para criação de um programa de gestão da manutenção preventiva (Pinto, 1994), com os domínios realçados a vermelho a ser desenvolvidos ao longo do projeto.

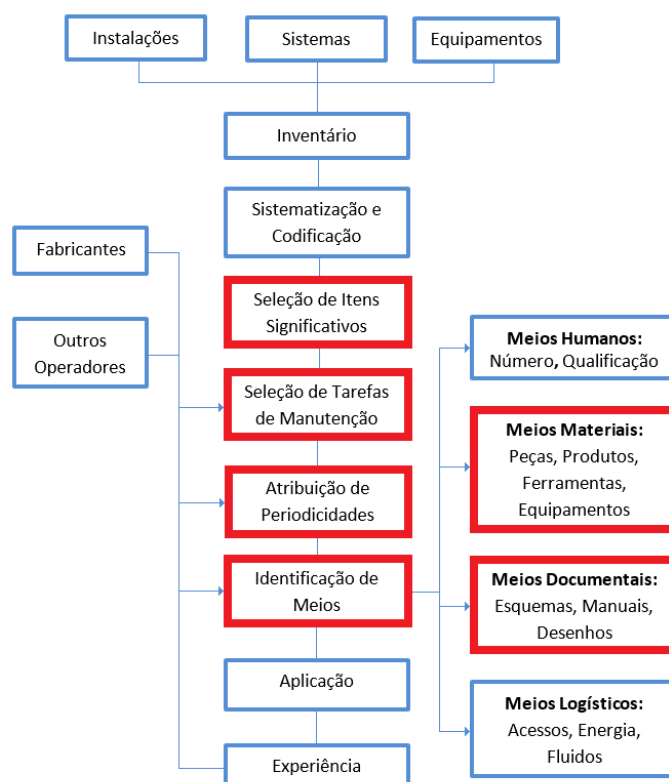


Figura 7.1 – Metodologia seguida para a criação do Programa de Manutenção Preventiva (adaptado de Pinto, 1994)

Após o contacto com a realidade existente na EDIA e o estudo aprofundado do sub-bloco de rega escolhido para este caso de estudo, procedeu-se à criação dos planos de manutenção para

as infraestruturas, tendo em conta o modelo seguido pela empresa. De notar que o *software* SAP possui uma vasta gama de funcionalidades que não são utilizadas pela EDIA ou que não apresentam qualquer tipo de relevância para o caso de estudo proposto, pelo qual não são abordadas neste documento.

7.2 Criação dos planos de manutenção

7.2.1 Tipo de abordagem

Existem dois tipos de abordagens que podem ser feitas através do *software* existente. Podem ter como base os locais de instalação ou os equipamentos. A primeira opção foi a escolhida uma vez que a base de dados existente em SAP já possuía o registo dos locais de instalação.

Os locais de instalação são objetos técnicos que representam ativos estáticos do ponto de vista da manutenção (ex. edifícios, terrenos) e podem ser estruturados hierarquicamente segundo critérios funcionais, processuais ou espaciais.

São identificados no sistema através de uma máscara de codificação inteligente que permite identificar o ponto da hierarquia em que se encontra o objeto e que, por outro lado, o objeto seja automaticamente assignado ao local hierarquicamente superior, durante a fase de criação do dado mestre.

Os dados-mestre constituem a base do sistema para a execução dos processos de manutenção, fornecendo informação de caracterização dos objetos técnicos. A informação sobre locais de instalação, equipamentos, centros de trabalho, listas de tarefas, etc., formam a base para o processamento da manutenção, representando a fonte central de informação em sistema. Desta forma o registo de processos e operações de manutenção pressupõe a existência de dados-mestre no sistema SAP

Um exemplo de utilização de uma estrutura de locais de instalação é a definição de uma estação elevatória, na qual se pretende distinguir vários sectores, onde vão ser instalados, entre outros equipamentos, os grupos de bombagem.

Cada local de instalação é gerido de forma independente no sistema, o que permite:

- Gerir informação individual de manutenção do local de instalação;
- Executar tarefas específicas de manutenção para o local de instalação;
- Guardar um histórico das intervenções realizadas no local de instalação;
- Reunir e avaliar a informação individual de um local de instalação ao longo do tempo.

Os locais de instalação possuem até 7 níveis hierárquicos. O primeiro nível indica o subsistema:

- AQV – Alqueva
- ARD – Ardila
- PDG – Pedrógão

A diferenciação entre infraestrutura primária e secundária é feita através do 1º dígito do 2º nível hierárquico. Por exemplo:

- AQV-1## - Infraestrutura Primária
- AQV-2## - Infraestrutura Secundária

Os restantes níveis hierárquicos são fruto da subdivisão dos locais dentro de cada aproveitamento, como se pode verificar na Figura 7.2.

Modificar loc.instalação: Lista de estrutura			
Explosão total			
Loc.instalação	PDG	Vál.desde	17.07.2017
Denominação	Sub-sistema Pedrogão		
PDG-101	Conduta Elevatória DN 2500		
PDG-102	Reservatório do Pedrogão		
PDG-201	Apro. Hidroagrícola Pedrogão		
PDG-201-001	Bloco Pedrogão 1		
PDG-201-001-001	Estação Elevatória		
PDG-201-001-001-001	Posto Seccionamento/Transformação		
PDG-201-001-001-002	Edifício		
PDG-201-001-001-003	Estação Filtração		
PDG-201-001-001-004	Abrigo Exterior		
PDG-201-001-001-005	Câmara RH's		
PDG-201-001-001-006	Fosso Compressão Geral		
PDG-201-001-002	Bloco de Rega Pedrogão 1		
PDG-201-001-002-005	Conduta CTL		
PDG-201-001-002-010	Conduta CP		
PDG-201-001-002-015	Conduta C1		
PDG-201-001-002-020	Conduta C2		
PDG-201-001-002-025	Conduta C3		
PDG-201-001-002-030	Conduta C4		
PDG-201-001-002-035	Conduta C4.1		
PDG-201-001-002-040	Conduta C5		
PDG-201-001-002-045	Conduta C5.1		
PDG-201-001-002-050	Conduta C6		
PDG-201-002	Bloco Pedrogão 3		
PDG-201-003	Bloco Selmes		
PDG-201-004	Bloco 1,2,3 Baleizão Quintos		
PDG-201-005	Blocos 4 e 5 Baleizão Quintos		
PDG-201-006	Blocos 3 e 4 São Matias		

Figura 7.2 - Locais de instalação apresentados em SAP

7.2.2 Definição de tarefas e periodicidades

A definição das tarefas a considerar em cada um dos equipamentos teve como base as tarefas indicadas pelo fabricante, os relatórios de manutenção realizados pelas empresas de *outsourcing* ou pelos próprios fabricantes aquando de uma verificação no período de garantia. Com base nestes manuais de utilizador e relatórios (Figura 7.3) foi possível criar, em conjunto

com membros do departamento, uma lista de tarefas para cada equipamento que difere em alguns pontos do exemplo apresentado na figura abaixo por existirem limitações a nível de SAP.

As tarefas escolhidas para cada equipamento, apesar da sua especificidade, foram criadas, sempre que possível, de uma forma abrangente, para que possam ser aplicadas a equipamentos semelhantes de diferentes dimensões e fabricantes sem existir a necessidade de remodelar os dados já inseridos no programa.

SIEMENS
Customer Services

Anexo do R.I.Nr.: 430 200 2 87

FICHA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA ICS FM SIN 01 Edição 01/12

Aparelho: Accionamentos de Velocidade Variável - Sinamics G/S

Equipamento nº: S 0000 13 25 025 MLFB: 6ES7 371-1EG-32-2AA3-2 Máq.: 8CH3A 1

Tarefas a efectuar	Efectuado		Observações
	SIM	NÃO	
1. Inspeção visual geral	☒	☐	
2. Execução do backup de parâmetros com o motor parado.	☒	☐	
3. Leitura do histórico de falhas.	☒	☐	
4. Desligar a unidade e esperar 10 minutos antes de efectuar qualquer operação no seu interior.	☒	☐	
5. Extrair o powerblock, efectuar a sua limpeza.	☒	☐	
6. Verificar o estado das fichas de ligação entre módulos.	☒	☐	
7. Efectuar limpeza geral da unidade	☒	☐	
8. Inserir o powerblock	☒	☐	
9. Verificação dos apertos dos cabos de potência e condutores de comando.	☒	☐	
10. Verificação do tempo útil de vida dos ventiladores, bem como o seu estado de funcionamento. Substituir ou recomendar a sua substituição se necessário.	☒	☐	
11. Análise/comparação do backup realizado em 2. com backup anterior.	☐	☒	
12. Ligar de novo a unidade e verificar as seguintes tensões:			
• Tensão de entrada 694 V _{ac}	☒	☐	
• Tensão do barramento intermédio 980 V _{dc}	☒	☐	
10. Efectuar medidas da corrente de saída (oscilogramas de carga)	☒	☐	
11. Registrar, com a função trace, algumas variáveis internas relevantes na aplicação.	☒	☐	
12. Efectuar reajustes na parametrização, se necessário.	☐	☒	
14. Registro das horas de funcionamento do Drive : 12942 h	☒	☐	
Observações: Devem-se seguir rigorosamente as prescrições de segurança mencionadas na instrução de Serviço de Fabrico para o aparelho respectivo. Caso algum dos pontos acima referidos não sejam aplicáveis ao tipo de equipamento a manter, deve-se mencionar nas observações "não aplicável".			
Aparelhos Tipo Tarefas Ref. da Instrução Sinamics G130/G150 Operating Instructions 07/07 A5E00189855A			
Ensaio necessários e Instrumentos de Metrologia: - Multímetro Digital utilizado (SMA 694) - Pinça Amperimétrica com saída de tensão utilizada (SMA) - Osciloscópio			
Fabrica		Data	
[Assinatura]		2014-06-26	

Figura 7.3 - Exemplo de relatório de manutenção preventiva Siemens

A periodicidade das tarefas foi atribuída tendo em conta o tempo de serviço da estação elevatória e o seu bloco de rega (aproximadamente quatro anos), o nº de horas diárias de funcionamento (em média), o nº e tipologia de avarias registadas ao longo do período de serviço do sub-bloco em cada classe de equipamentos (ex. ventosas, hidrantes, bombas) e as periodicidades indicadas pelo fabricante, quando existente.

A periodicidade das tarefas inicialmente definida não é fixa. Poderão sofrer alterações no futuro quando assim se justificar. Existirão situações em que o intervalo de tempo entre manutenções poderá ser estendido e outras em que se terá de reduzir esse intervalo por se verificar um número anormal de falhas de funcionamento durante esse período.

O envelhecimento dos equipamentos representa também um fator de peso na periodicidade das tarefas. À medida que a degradação se acentua, o nº de manutenções a realizar anualmente irá aumentar de forma a assegurar a máxima longevidade possível. Após a verificação

das periodicidades atribuídas nos relatórios de manutenção preventiva foram definidos os intervalos temporais.

Seguidamente são apresentadas tarefas afetas a uma grande parte dos equipamentos, com uma breve explicação da sua escolha.

- Verificação de fugas – Uma das tarefas mais simples e comum à maioria dos equipamentos. Sendo semanal na maioria dos casos, a verificação de fugas é uma tarefa fundamental para evitar propagações de possíveis falhas.
- Limpeza geral – Tal como a tarefa acima, esta tarefa, apesar de bastante simples, tem como principal propósito evitar o aparecimento de roedores pelos danos que causam principalmente em cabos elétricos. Além deste aspeto, uma limpeza cuidada dos equipamentos torna mais fácil a deteção de falhas (ex: fugas de óleo) e mantém uma imagem agradável das infraestruturas
- Verificação/reaperto parafusaria – Tarefa peculiar, muitas vezes descurada por parte das equipas técnicas afetas à manutenção e às próprias empresas. A existência de um número de equipamentos extremamente elevado faz com que existam milhares de parafusos cujo tempo que levariam a ser verificados é totalmente injustificado. Esta tarefa, apesar de incluída na maioria dos planos de manutenção, tem uma índole mais corretiva que preventiva, uma vez que apenas serão efetuados reapertos caso se verifique necessário (ex: perdas de água). Caso continuem a existir perdas de água após o reaperto, o equipamento deve ser posto fora de serviço e o vedante danificado substituído.
- Acionamento válvula abertura/fecho – Ao passarem longos períodos de tempo sem acionamento, as válvulas podem não ser facilmente operáveis quando solicitadas. As periodicidades desta tarefa variam conforme as condições a que a válvula está sujeita: no caso de uma descarga de fundo, a válvula de cunha encontra-se submersa por diversas vezes, tendo o seu acionamento uma periodicidade mais curta que uma válvula no interior de uma estação elevatória. Esta tarefa permite também verificar se os comandos remotos estão a funcionar corretamente. Na Figura 7.4 é apresentada uma válvula destruída após um longo período sem acionamento.



Figura 7.4 -Válvula DN1400 destruída após falha no acionamento

- Beneficiação da parafusaria com aplicação de esquema de proteção contra oxidação – Aplicar uma proteção contra oxidação aumenta significativamente a vida útil da parafusaria associada aos equipamentos. Em casos mais severos, os parafusos podem partir devido às forças e vibrações presentes.
- Verificar/corrigir proteção anticorrosiva – Grande parte dos equipamentos encontram-se protegidos contra a corrosão através de pintura. Caso se verifiquem falhas na pintura ou pontos de início de corrosão, o equipamento deve ser corrigido para evitar a propagação da ferrugem.

Uma vez que se trata de uma vasta lista de tarefas, não serão todas apresentadas exaustivamente. Os planos de manutenção criados para cada equipamento encontram-se como anexo no final do documento, englobando as tarefas individuais e respectivas periodicidades.

7.2.3 Conceção das listas de tarefas

Após a definição do tipo de abordagem a seguir, foi realizado o estudo do diagrama linear e desenhos de projeto da estação elevatória de Pedrogão 1. Com base nesse estudo foi possível listar os equipamentos constituintes da estação e associá-los ao local de instalação em que se inserem.

Na Figura 7.5 é apresentada a estrutura construída antes da implementação dos planos de manutenção no *software* SAP.

Local Instalação [Código SAP]	Designação	Planos de Manutenção a Considerar
<i>PDG-201-001-001-002</i>	<i>Edifício</i>	
<i>PDG-201-001-001-002-001</i>	<i>Sala de Comando</i>	Fonte de Alimentação Uniinterruptível - UPS Sistema CCTV
<i>PDG-201-001-001-002-001-001</i>	<i>Bastidor Comunicações</i>	Quadro Elétrico
<i>PDG-201-001-001-002-002</i>	<i>Nave de Grupos</i>	Ventiladores Rede de Ar Comprimido Filtro Regulador/Lubrificador Ar Comprimido Ponte Rolante Detetor de Inundação
<i>PDG-201-001-001-002-002-001</i>	<i>ME111A</i>	Grupo Bombagem Principal Válvulas de Borboleta Caixas Desmultiplicadores Tubagem Aspiração Tubagem Compressão Junta Desmontagem Atuadores Elétricos Válvulas de Retenção C/ Contra Peso Ventosas Caixas de Comando Local

Figura 7.5 - Exemplo de planos de manutenção considerados para cada local de instalação

Como se pode verificar, estão atribuídos planos de manutenção a cada um dos elementos constituintes da estação (e rede de rega). Esses planos foram criados em ficheiros separados, independentemente do número de tarefas. Esta planificação foi proposta em reunião com técnicos do departamento de exploração, uma vez que diferentes planos de manutenção são realizados por equipas técnicas distintas. A título de exemplo, olhando para a Figura acima, facilmente se percebe que a manutenção dos quadros elétricos e da tubagem de compressão é realizada por equipas técnicas diferentes.

Na Figura 7.6 é apresentado um dos planos de manutenção na sua versão final, anterior à sua implementação no *software* SAP.

Quadros Elétricos	Periodicidade						
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	Outra
Aspiração/limpeza geral com solvente dielétrico					x		
Substituição de pastilhas para roedores				x			
Verificação/substituição dos sinalizadores luminosos					x		
Verificação/substituição dos fusíveis						x	
Substituição dos filtros das grelhas de ventilação					x		
Inspeção visual:							
. Estado de limpeza			x				
. Condições de ventilação natural/forçada			x				
. Estado da identificação dos equipamentos, bomes e condutores			x				
. Aspecto exterior (sinóticos, consolas táteis, sinalizadores, etiquetas, etc.)			x				
Inspeção mecânica:							
. Estado de conservação da pintura			x				
. Funcionamento das portas, fechaduras e dobradiças			x				
. Estado dos suportes de fixação do equipamento			x				
. Apoios dos barramentos						x	
. Estado das calhas em PVC			x				
. Amarração dos cabos elétricos			x				
Verificações:							
. Apertos nos barramentos						x	
. Apertos das ligações à terra de proteção						x	
. Apertos aos bomes de entrada/saída						x	
. Apertos aos bomes dos equipamentos						x	
. Funcionamento das consolas táteis e indicadores digitais ou analógicos			x				
Ensaio:							
. Ensaio/substituição de lâmpadas/sinalizadores			x				
. Termografia						x	
. Encravamentos elétricos e mecânicos						x	
. Comutadores e botoneiras						x	
. Ventilação forçada						x	
. Funcionamento das resistência anti-condensação						x	
. Desarme dos interruptores diferenciais por acção voluntária dos botões de teste						x	
. Manobrar seccionadores e disjuntores						x	
. Relés de sequência e falta de fase						x	
Medições:							
. Tensão de serviço 690/400/230 V						x	
. Tensão socorrida 230/24 V						x	
. Tensão de comando 24 V						x	
. Resistência de isolamento dos cabos de potência						x	

Figura 7.6 - Plano de manutenção dos Quadros Elétricos

7.3 Implementação dos planos de manutenção

Depois de finalizada a construção dos planos de manutenção para todos os equipamentos presentes no sub-bloco, procedeu-se então para a implementação no *software* SAP. Antes do carregamento dos dados foi necessário definir a estratégia de manutenção (periodicidade).

A Figura 7.7 apresenta a estrutura necessária em SAP-PM para criação dos planos de manutenção.

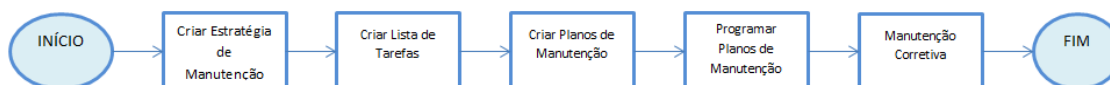


Figura 7.7 - Estrutura em SAP-PM para criação de planos de manutenção

7.3.1 Criação da Estratégia de Manutenção

Quando o objeto técnico (local ou equipamento) é mantido segundo uma sequência de ciclos, em que as tarefas de manutenção preventiva variam com o ciclo e os ciclos pertencem todos à mesma dimensão (tempo, horas de voo, distância percorrida), utilizam-se estratégias de manutenção.

Basicamente, uma estratégia de manutenção é um conjunto de pacotes de manutenção (ciclos) que pertencem à mesma dimensão. Por exemplo, se a dimensão escolhida para uma

estratégia for o tempo, todos os pacotes terão de ter uma unidade de medida de tempo (dias, semanas, meses, anos).

Os pacotes de manutenção de uma estratégia podem ser exclusivos, isto é, pode-se definir que, quando dois ou mais pacotes vencem na mesma data, apenas um deles é executado.

As estratégias de manutenção são atribuídas a listas de tarefas, o que permite a atribuição direta de pacotes de manutenção às operações da lista de tarefas. Desta forma, é possível criar listas de tarefas que contenham todas as tarefas de manutenção preventiva de um objeto técnico e definir a frequência com que cada uma delas é executada. Uma estratégia de manutenção pode ser atribuída a tantos planos como necessário.

Na fase inicial da criação da estratégia de manutenção pretendida, é apresentado o menu da Figura 7.8, sendo necessário fornecer diversas informações ao *software*.

- Nome – Nome ou código de identificação da estratégia de manutenção
- Denominação – Denominação em forma de texto breve da estratégia de manutenção
- Código de programação – Determina o tipo de programação a efetuar. A estratégia pode originar a programação do plano de manutenção com uma base temporal ou com base na atividade.

Dentro da base temporal existem 3 opções:

- Tmp. – Conta dias do calendário para gerar uma nova solicitação de manutenção;
- Data fixa precisa – As intervenções são planeadas sempre para uma data fixa, independentemente de um possível atraso na intervenção anterior;
- Calend. Fábrica – conta dias úteis de acordo com um calendário definido em sistema para gerar uma nova solicitação de manutenção.

Com base na atividade:

- Ativid. – Tem em consideração a posição de contadores associados ao objeto e a estimativa anual para efetuar cálculos de datas de necessidade de intervenção.
- Unidade estratégica – Unidade que determina a base do cálculo (horas, dias, semanas, meses...)
- Horizonte de abertura – O horizonte de abertura determina quando a ordem de manutenção deverá ser gerada para uma intervenção de manutenção decorrente do vencimento de um ciclo de manutenção.

Exemplo: se o horizonte de abertura for definido para 80% e o ciclo vence no final de 1000 horas, a ordem de manutenção será gerada quando for atingido 80% do total do

ciclo (800 horas). Se o horizonte de abertura for 100%, a ordem é apenas gerada no momento em que vencer o ciclo.

- Fator deslocamento na confirmação atrasada – O fator de deslocamento para uma confirmação atrasada de uma intervenção define a percentagem de deslocamento a ser calculada na data do próximo vencimento do plano. Este fator é aplicado após a programação do plano de manutenção e quando a diferença entre a data planeada para a intervenção e a data real confirmada estiver fora da tolerância definida para o plano. Exemplo: A data planeada para a ordem de manutenção de um ciclo de manutenção mensal foi a 1 de novembro de 2017, mas foi confirmada com quinze dias de atraso, a 16 de novembro de 2017. A próxima data planeada pode ser uma data diferente uma vez que depende do fator de deslocamento especificado.

Possíveis percentagens de deslocamentos:

0% - Próxima data – 1 de dezembro de 2017

50% - Próxima data – 8 de dezembro de 2017

100% - Próxima data – 16 de dezembro de 2017

- Tolerância caso confirmação atrasada (%) – A tolerância para confirmação atrasada define o intervalo de tempo, em percentagem, no qual desvios positivos entre a data planeada e a data real da confirmação não influenciam a programação subsequente. Exemplo: O menor ciclo da estratégia de manutenção atribuída ao plano de manutenção é trinta dias. Foi definida uma tolerância de 10% no caso de confirmação atrasada. Isso produz uma tolerância de três dias. Se a confirmação ocorrer não mais que três dias depois da data planeada, o sistema não considera esse desvio ao calcular a próxima data planeada.
- Fator deslocamento na confirmação antecipada – O fator de deslocamento para uma confirmação adiantada de uma medida de manutenção define a percentagem de deslocamento a ser calculada na data do próximo vencimento do plano. Este fator é aplicado após a programação do plano de manutenção e quando a diferença entre a data planeada para a intervenção e a data real confirmada estiver fora da tolerância definida para o plano. Exemplo: A data planeada para a ordem de manutenção de um ciclo de manutenção mensal foi a 1 de novembro de 2017, mas foi confirmada com seis dias de antecipação, a 26 de outubro de 2017. A próxima data planeada pode ser uma data diferente, pois ela depende do fator de deslocamento especificado.

Possíveis percentagens de deslocamentos:

0% - Próxima data – 1 de dezembro de 2017

50% - Próxima data – 29 de novembro de 2017

100% - Próxima data – 26 de novembro de 2017

- Tolerância caso confirmação antecipada (%) – A tolerância para confirmação antecipada define o intervalo de tempo, em percentagem, no qual desvios positivos entre a data planeada e a data real da confirmação não influenciam a programação subsequente;

Exemplo: O menor ciclo da estratégia de manutenção atribuída ao plano de manutenção é trinta dias. Foi definida uma tolerância de 10% no caso de confirmação antecipada. Isso produz uma tolerância de três dias. Se a confirmação ocorrer não mais que três dias antes da data planeada, o sistema não considera esse desvio ao calcular a próxima data planeada.

A interface de usuário para 'Modificar estratégias de manutenção: detalhe' apresenta uma barra de ferramentas com ícones para 'Entradas novas', salvar, cancelar, atualizar e imprimir. À esquerda, há uma 'Estrutura diálogo' com uma árvore de arquivos contendo 'Estratégias de manuten...' e 'Pacotes'. O formulário principal à direita contém os seguintes campos:

Nome	A
Denominação	☒
Código de programação	Tmp.
Unidade estratégia	MES
Horizonte de abertura	%
Fator deslocamento na confirmação atrasada	100 %
Tolerância caso confirmação atrasada (%)	%
Fator deslocamento na confirm. antecipada	100 %
Tolerância caso confirm. antecipada (%)	%

Figura 7.8 - Fase inicial de criação da estratégia de manutenção

Em seguida são criados os pacotes de manutenção (Figura 7.9), no qual se definem ações e valores que permitem definir a estratégia de manutenção. Abaixo são apresentadas as entradas disponíveis nesta fase.

- Nº Pacote – Número sequencial do ciclo de manutenção;
- Dur. Do Ciclo – Intervalo do ciclo de manutenção (1,2,3,6,12);
- Unidade de medida do ciclo – Unidade de medida do ciclo de manutenção (horas, dias, semanas, meses...);
- Texto p/ ciclo manut. – Texto breve que identifique o ciclo;
- Txt. Breve ciclo – Texto breve que identifique o ciclo, tipicamente mais curto que o valor acima;

- Hierarquia – Identifica a relevância do pacote de manutenção relativamente aos outros, verificando se coincidem na mesma data. Se os pacotes tiverem hierarquias diferentes é executado somente o pacote com a hierarquia mais elevada se vencerem ambos na mesma data;
- Txt. Breve hierarquia – Texto breve que descreva a hierarquia.

Exibir pacotes de manutenção

Estrutura diálogo

Nome: Z00006

Denominação: Semanal/Mensal

Código de programação: Tmp.

Seq.pacote

Nº pacote	Dur.ciclo	Unidade	Txt.p/ciclo manut.	Txt.breve ciclo	Hierarquia	TxtBreve hierarquia	Offset
1	1 SEM	Semanal	1S	1	1		
2	2 SEM	Bi-semanal	2S	1	1		
3	1 MES	Mensal	1M	1	1		
4	2 MES	Bi-mensal	2M	1	1		
5	3 MES	Trimestral	3M	1	1		
6	6 MES	Semestral	6M	1	1		
7	1 ANO	Anual	1A	1	1		
8	2 ANO	Bi-anual	2A	1	1		

Figura 7.9 - Diferentes periodicidades criadas dentro da estratégia de manutenção

Na Figura 7.10 é apresentada a sequência do pacote definida em SAP de acordo com a periodicidades atribuídas para cada uma das tarefas.

Sequência do pacote

Voltar ◀◀ Dados anteriores ▶▶ Outras datas

Estratégia : Z00006 Semanal/Mensal

Pacote	Txt.ciclo	1 SEM	2 SEM	3 SEM	4 SEM	5 SEM	6 SEM	7 SEM	8 SEM	9 SEM	10 SEM	11 SEM	12 SEM	13 SEM	14 SEM	15 SEM
1	Semanal	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S	1S
2	Bi-semanal		2S		2S		2S		2S		2S		2S		2S	
3	Mensal			1M				1M				1M				
4	Bi-mensal								2M							
5	Trimestral												3M			
6	Semestral															
7	Anual															
8	Bi-anual															

Figura 7.10 - Sequência do pacote de manutenção

Através da figura é fácil compreender que teriam de ser apresentadas mais semanas para mostrar a definição de todas as periodicidades contempladas.

De notar também que a estratégia termina com a periodicidade bianual uma vez que é a periodicidade máxima de uma tarefa nos planos de manutenção construídos neste caso de estudo.

7.3.2 Criação da lista de tarefas gerais

Define-se lista de tarefas como a descrição das tarefas a executar em cada uma das ações de manutenção. Existem três tipos de listas de tarefas:

- Listas de tarefas para local de instalação: como o próprio nome indica, são listas de tarefas diretamente associadas a um local de instalação específico, isto é, contêm tarefas que são executadas apenas nesse local.
- Listas de tarefas por equipamento: à semelhança das anteriores, são listas de tarefas associadas diretamente a um equipamento específico.
- Listas de tarefas gerais: Listas de tarefas utilizadas para tarefas genéricas. Não se referem a um equipamento ou local de instalação específico (podem ser atribuídas ao plano de manutenção de vários equipamentos e/ou locais de instalação).

Dentro das opções acima foi escolhida a terceira, com a possibilidade futura de associação dos planos de manutenção a outros blocos de rega.

As listas de tarefas podem ser agrupadas em Grupos de listas de tarefas. Este conceito tem uma maior relevância para as listas de tarefas gerais pois serve como critério de pesquisa (as restantes são pesquisadas por equipamento ou por local de instalação). Um grupo de listas de tarefas permite agrupar todas as listas de tarefas que apresentem alguma característica semelhante (por exemplo, tarefas relativas a bombas, válvulas, quadros...).

Podem ser associadas estratégias às listas de tarefas se estas forem usadas em planos de manutenção. Desta forma, é possível atribuir os pacotes (ciclos) de manutenção da estratégia de manutenção individualmente às operações, ou seja, numa lista técnica é possível definir que operações devem ser executadas em cada ciclo.

Nas Figuras Figura 7.11 e Figura 7.12 é apresentada a lista de tarefas gerais para o quadro de compensação do fator de potência, com a atribuição da estratégia de manutenção definida anteriormente.

Na fase inicial de criação de uma lista de tarefas geral (Figura 7.11) é necessário o preenchimento das seguintes entradas:

- Grupo de listas de tarefas – Numeração sequencial atribuída pelo sistema;
- Descrição do numerador de grupos – Descrição geral da lista de tarefas, com um limite de 40 caracteres;
- Centro de trabalho – Centro de trabalho considerado responsável pela execução da operação correspondente, ou seja, o departamento ao qual pertence o centro de trabalho;

- Utilização – Chave que indica em que área pode ser utilizado o roteiro. A utilização do roteiro designa os tipos de roteiro, nos quais pode ser utilizado o centro de trabalho. A utilização 4 identifica que se trata de uma lista de tarefas para ser utilizada na manutenção;
- Grp. Planej. – Grupo de planeamento que identifica o responsável pela actualização da lista de tarefas;
- Status do plano – Identifica o estado de processamento da lista de tarefas. O status define se a lista de tarefas pode ou não ser utilizada.
- Estrat. manutenção – A estratégia de manutenção é definida quando a lista de tarefas é utilizada em planos de estratégia. A estratégia de manutenção agrupa os pacotes de manutenção com periodicidades que se vão associar às operações que vão ser descritas. Se estas não obedecerem a nenhuma estratégia de manutenção então a entrada fica em branco.

GrpLisTar. 20 Quadro Compensação Fator de Potência

Grupo listas tarefas	20
Numerador de grupos	1 Quadro Compensação Fator de Potência
Centro planeamento	EDIA

Atribuições ao cabeçalho de roteiro

Centro de trabalho	DEIR-MAN / EDIA DEIR - Manutenção
Utilização	4 Manutenção
Grp.planej.	003 Grp. Plan. LT DEIR
Status do plano	4 Liberado (geral)
Conds.instal.	
Estrat.manutenção	Z00006 Semanal/Mensal
Conjunto	
☐ Marc.p/elimin.	

Figura 7.11 - Fase de criação da lista de tarefas gerais para o quadro de compensação do fator de potência.

Após a criação da lista de tarefas geral, procede-se agora à descrição da operação (Figura 7.12), através de uma entrada própria para essa finalidade. De referir que este campo apresenta também uma limitação no número de caracteres.

GrpLisTar. 20		Quadro Compensação Fator de Potência			NumGrpRot 1	
Síntese geral de operações						
	Oper	Sb...	CenTrab	Cen.	Ctrl	Descrição operação
	0010		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Asp/Limp. c/ solvente dielétrico
	0020		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Ver/Subst. fusíveis de contr. e potência
	0030		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Ver. func. relé varimétrico
	0040		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Ver. func. ventiladores
	0050		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Subst. filtros grelhas ventilação
	0060		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Registo valor Factor de Potência
	0070		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Ver/Apert. barram. bornes lig. terra
	0080		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Ver. dos contactores
	0090		DEIR-MAN	EDIA	PM01	Verif/Med. dos condensadores

Figura 7.12 - Lista de tarefas associadas à manutenção do Quadro de Compensação do Fator de Potência

Pela figura acima verifica-se que o texto descritivo das tarefas é pobre, com bastantes abreviaturas, algo que pode induzir em erro as equipas técnicas que irão efetuar as manutenções. A utilização de abreviaturas deve-se ao facto de existir uma limitação do número de caracteres a utilizar. Dada esta limitação, as tarefas foram verificadas individualmente em conjunto com o coorientador antes da sua inserção para que ficassem o mais perceptível possível.

Depois de preenchidos os dados necessários, procede-se à atribuição das periodicidades a cada uma das tarefas (Figura 7.13). Facilmente se verifica que as periodicidades apresentadas para a lista de tarefas são as definidas aquando da criação da estratégia de manutenção.

GrpLisTar. 20		Quadro Compensação Fator de Potência				NumGrpRot 1					
Síntese operação pacotes manut.											
	Oper	SOp	Descrição operação	1S	2S	1M	2M	3M	6M	1A	2A
	0010		Asp/Limp. c/ solvente dielétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
	0020		Ver/Subst. fusíveis de contr. e potência	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
	0030		Ver. func. relé varimétrico	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
	0040		Ver. func. ventiladores	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
	0050		Subst. filtros grelhas ventilação	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
	0060		Registo valor Factor de Potência	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	0070		Ver/Apert. barram. bornes lig. terra	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
	0080		Ver. dos contactores	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
	0090		Verif/Med. dos condensadores	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐

Figura 7.13 - Atribuição da estratégia de manutenção para cada tarefa

7.3.3 Criação dos planos de manutenção

Após a criação da estratégia de manutenção e das listas de tarefas, passou-se à criação dos planos de manutenção.

Na criação de novos planos, foram previstas no *software* três possibilidades:

- Planos de manutenção com ciclos simples: A forma mais simples de plano de manutenção. Possui somente um ciclo de manutenção, que define o intervalo entre execuções sucessivas do plano. O ciclo de manutenção pode ser baseado no calendário ou na performance dos equipamentos (horas de funcionamento, quilometragem percorrida...);
- Planos de estratégia: O nome deriva do facto de cada um desses planos ter uma estratégia de manutenção associada, na qual estão definidos os vários ciclos de manutenção do objeto. Os ciclos de manutenção têm de pertencer todos à mesma dimensão, ou seja, têm de ser múltiplos da mesma unidade de medida (horas, dias, semanas...);
- Plano de manutenção múltiplo: neste tipo de planos a atribuição dos ciclos de manutenção pode ser feita através da associação de um grupo de ciclos ou diretamente no plano. Esta é a forma mais complexa de plano de manutenção, em que podem coexistir ciclos baseados no calendário e na performance dos equipamentos e de diferentes dimensões. Por exemplo, no caso de um motor, podem existir intervenções trimestrais ou a cada 200 horas de funcionamento.

Tendo em conta as necessidades para o caso de estudo, a escolha recaiu sobre a segunda hipótese, os planos estratégicos de manutenção.

Na fase inicial da criação dos planos estratégicos de manutenção é necessário preencher as seguintes entradas (Figura 7.14):

- Plano manutenção – Código breve que descreve o plano de manutenção;
- Ctg. Plano manut. – A categoria do plano de manutenção define, entre outras coisas, o intervalo de numeração e o tipo de chamada dos planos de manutenção. No caso específico da EDIA é utilizada a categoria PM, o que implica que as chamadas geradas pelos planos de manutenção serão ordens de manutenção;
- Estratégia – Nome ou código de identificação da estratégia de manutenção.

Criar plano de manutenção: 1ª tela

Plano manutenção	QCompensação
Ctg.plano manut.	Maintenance order
Estratégia	Z00006

Figura 7.14 - Fase inicial de criação dos planos de manutenção

Em seguida surge uma nova tela, mais pormenorizada que a primeira (Figura 7.15). Nesta tela são contemplados:

- Plano manutenção – Texto descritivo do plano de manutenção, com uma limitação de 40 caracteres.
- Número do equipamento – Código do objeto, quando existente, que é alvo do plano de manutenção individual;
- Objeto de referência – Neste campo é possível associar o plano de manutenção a um local, equipamento ou conjunto. Para o caso de estudo, todos os planos de manutenção foram associados a locais de instalação.

Figura 7.15 - Atribuição do local de instalação ao plano de manutenção

No separador “Parâmetro programação plano manutenção” (Figura 7.16) são colocados os dados já descritos anteriormente para a estratégia de manutenção. Além destes, são ainda relevantes:

- Intervalo de solicitações – Com o intervalo de solicitação é possível determinar o período para o qual o sistema gera solicitações de manutenção durante a programação do plano de manutenção;
- Confirm. obrigatória – Ao definir este código, o sistema gera o próximo objeto de chamada somente no caso de o objeto de chamada anterior ter sido confirmado;
- Início do ciclo – Data atribuída para o início de um plano de manutenção. Todos os planos foram definidos para o final da época alta de rega, de forma interferir o menos possível com o fornecimento de água aos beneficiários.

Figura 7.16 - Parâmetros de programação do plano de manutenção

No separador “Dados de planejamento” (Figura 7.17) são inseridos os seguintes dados:

- Centro planej. – Centro de planeamento da manutenção, que é atribuído automaticamente através dos dados mestre do equipamento quando for esse o caso;
- Tipo de ordem – Tipo de ordem de manutenção a ser gerada quando ocorrer a chamada do plano de manutenção. O código Z004 significa que se trata de uma ordem de manutenção preventiva;
- CenTrab respon. – Grupo de trabalho/ Equipa responsável pela execução da manutenção. Tal como no centro de planeamento, este valor é atribuído automaticamente através dos dados mestre;
- Prioridade – Define a importância do processamento da ordem de manutenção. Esta tem 4 níveis que podem ser definidos: Muito Elevado, Elevado, Médio e Baixo;
- Grp. plan. – Grupo responsável pelo planeamento da manutenção. Neste caso, o número 002 especifica que se trata do DEIR.

Dados de planejamento

Centro planej.	EDIA	EDIA	Grp.plnj.PM	002	Dept.Expl.IE.Reg
Tipo de ordem	Z004	Ordem de Manutenção Preventi...	Tp.ativ.PM	002	Manutenção preventi...
CenTrab respon.	DEIR-MAN / EDIA	DEIR - Manutenção	Divisão		
Prioridade	3-Médio		Norma de apropriação		
Doc.vendas					

Figura 7.17 - Dados de planeamento do plano de manutenção

No separador “Lista de tarefas” (Figura 7.18) é necessário fazer a pesquisa das listas de tarefas existentes e selecionar a lista pretendida de entre as que foram construídas anteriormente.

Lista de tarefas

Tp.	GrpLisTar.	NmdGp	Descrição
A /	20	1	Quadro Compensação Fator de Potência

Figura 7.18 - Seleção da lista de tarefas geral correspondente

7.3.4 Programação dos planos de manutenção

Após a criação dos planos de manutenção foi necessário efetuar a sua programação, ou seja, despoletar a criação de datas planeadas para a manutenção com base nos parâmetros de programação e, se for caso disso, nos registos de atividade dos equipamentos. A programação dos planos deve ser feita regularmente, por forma a atualizar as datas planeadas, com base na atividade dos equipamentos e nas confirmações de execução das ações de manutenção. Considerando uma antecedência (em dias) previamente estipulada, são geradas automaticamente ordens de manutenção preventiva.

Quando um plano de manutenção é programado pela primeira vez devem ser satisfeitas as seguintes condições:

- A data da programação é atualizada;

- O plano de manutenção contém pelo menos um item de manutenção;
- As listas de tarefas são atribuídas aos itens de manutenção.

Na tela inicial da programação (Figura 7.19) é apenas pedido o código de identificação do plano de manutenção que é suposto programar.

Figura 7.19 - Fase inicial da programação dos planos de manutenção

Após confirmação, é apresentada a tela principal de programação dos planos (Figura 7.20), na qual existem quatro separadores:

- Solicitações programadas – solicitações com base na estratégia de manutenção definida para o plano de manutenção;
- Solicitações manuais – é possível incluir na programação de um plano de manutenção uma solicitação manual através de uma data adicional, sem que isso afete a programação normal do plano. Na solicitação manual pode-se especificar a data de manutenção requerida e os pacotes de manutenção que devem vencer nessa data;
- Parâmetro programação plano manutenção – é possível consultar os dados introduzidos na criação dos planos;
- Dados adicionais plano manutenção – é possível consultar a estratégia de manutenção e a data fixada para o início do ciclo.

Figura 7.20 - Tela principal de programação dos planos de manutenção

Ao atribuir o comando “Executar”, é solicitada novamente a inserção da data de início do ciclo, que após confirmação apresenta a lista de solicitações programadas já preenchida (Figura 7.21). No caso apresentado nas figuras anteriores existem pelo menos uma tarefa com periodicidade semanal (periodicidade mínima) e pelo menos uma com periodicidade anual (periodicidade máxima). Com base nestas periodicidades o sistema definiu solicitações semanais até um máximo de cinquenta e três semanas, o que representa sensivelmente um ano, com as tarefas de periodicidade máxima a encerrar o ciclo de manutenção.

A lista de solicitações programadas apresenta as seguintes informações por coluna:

- Nº solicitação – são listados os números das intervenções planeadas;
- DtPlanej – são listadas as datas em que devem ser executadas as intervenções, estando dependente do intervalo de solicitações definido no parâmetro do plano;
- Data de solíc. – São listadas as datas em que a ordem de manutenção será gerada pelo sistema. Esta data advém da percentagem definida no horizonte de abertura do plano;
- Pacotes venc. – são listados quais os pacotes que vencem na data planeada;
- Tp.programação/status – apresenta o estado geral das solicitações.

Lista programações					
Nº solicitação	DtPlanej	Data de solíc.	Pacotes venc.	Tp.programação / status	
1	08.09.2017	07.09.2017	1S	Reinício espera	
2	15.09.2017	14.09.2017	1S	Programado,espera	
3	22.09.2017	21.09.2017	1S	Programado,espera	
4	29.09.2017	28.09.2017	1S	Programado,espera	
5	06.10.2017	05.10.2017	1S	Programado,espera	
6	13.10.2017	12.10.2017	1S	Programado,espera	
7	20.10.2017	19.10.2017	1S	Programado,espera	
8	27.10.2017	26.10.2017	1S	Programado,espera	
9	03.11.2017	02.11.2017	1S	Programado,espera	
10	10.11.2017	09.11.2017	1S	Programado,espera	
11	17.11.2017	16.11.2017	1S	Programado,espera	

Figura 7.21 - Lista de solicitações gerada

Com a função “Início no ciclo” é possível a reprogramação de um plano de manutenção a partir de um determinado ponto do ciclo de manutenção. Esta função é útil no caso de se pretender reiniciar a gestão de um equipamento que já se encontra em exploração e que foi sujeito a ações de manutenção (pacotes vencidos), eliminando ou ignorando as solicitações geradas até ao momento pelo plano. Esta função é útil se, por exemplo, a manutenção do objeto tiver sido administrada anteriormente sem um sistema ou com um *software* distinto.

Já com a função “Reinício” é possível reiniciar a programação de um plano de manutenção sem considerar o ponto de manutenção em que se encontra o plano nesse momento. É um recomeço que não considera as ações executadas e ciclos vencidos no passado, eliminando ou ignorando as solicitações geradas até ao momento pelo plano. Esta função é útil quando se dá uma paralisação do funcionamento do objeto e é necessário começar a manutenção a partir de uma nova data inicial.

Após o início do ciclo é possível confirmar todas as solicitações efetuadas até ao momento (Figura 7.22). Nesse separador é identificado o tempo de execução da(s) tarefa(s), colocado pela equipa que efetua a manutenção.

Ordem										
Responsabilidades										
Grp.plnj.PM	001	/	EDIA	Dep.Manut.Expl.Seg						
CenTrab.respon.	DMES-MAN	/	EDIA	DMES - Manutenção						
Datas										
Data-base.inic.	25.07.2017					Prioridade	3-Médio			
Data-base.fim	25.07.2017					Revisão				
Objeto de referência										
Loc.instalação	FDG-201-001-001-0..			Qcompensação						
Equipamento										
Conjunto										
Oper	Sb...	CenTrab	Ce...	Ch...	ChvMo...	C..	Txt.breve operação	TD	Trabalho	Unidade trab.
0060		DEIR-MAN	EDIA	PM01			Registro valor Fator de Potência			2 MIN
0070		DMES-MAN	EDIA	PM01					0,0	
0080		DMES-MAN	EDIA	PM01					0,0	
0090		DMES-MAN	EDIA	PM01					0,0	
0100		DMES-MAN	EDIA	PM01					0,0	
0110		DMES-MAN	EDIA	PM01					0,0	

Figura 7.22 - Solicitação de manutenção detalhada

8 Conclusões e sugestões para o futuro

Este projeto curricular, desenvolvido em parceria com a EDIA, possibilitou a primeira abordagem real ao mercado de trabalho em atividades de engenharia. A dimensão e complexidade dos equipamentos e infraestruturas existentes na empresa tornaram este caso de estudo uma experiência inigualável, possibilitando a consolidação de conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica, particularmente nas áreas de manutenção e sistemas hidráulicos. Foram também adquiridos novos conhecimentos e desenvolvidas de competências através do contacto direto com a realidade existente, com vistorias e visitas a diversas infraestruturas, o que representou um crescimento significativo tanto a nível pessoal como profissional. Esta experiência refletir-se-á certamente no futuro profissional, com especial relevância nas áreas gestão da manutenção e infraestruturas hidráulicas.

O ambiente formidável e profissionalismo dentro do DEIR tornaram o projeto mais aliciante a cada dia, não só pelo trabalho realizado no âmbito da dissertação, mas também pela aquisição de conhecimentos provenientes de anos de experiência dos membros do departamento. Essa experiência foi sobretudo adquirida na primeira fase do estágio, no qual foi necessário o estudo e reconhecimento das infraestruturas e equipamentos existentes através do acompanhamento de intervenções técnicas.

Neste projeto foram criados planos de manutenção preventiva para o sub-bloco de rega de Pedrógão 1. Os planos propostos consistem num conjunto de tarefas associadas a locais de instalação previamente definidos, sendo concebidos como uma base simplificadora das inspeções e ações de manutenção periódicas a ser executadas pelas equipas responsáveis. Trata-se assim de uma programação de intervenções que visa detetar atempadamente os problemas e a sua respetiva resolução numa fase inicial, o que normalmente representa custos menos avultados comparativamente com os custos resultantes de anomalias numa fase posterior. Finalmente foi feito o carregamento dos planos de manutenção preventiva no *software* SAP da empresa.

Como sugestões para um futuro desenvolvimento e melhorias, apresentam-se em seguida aquelas que apresentam maior relevância.

O projeto realizado representa uma pequena percentagem face às necessidades da EDIA. Apesar se estar construída uma base que permite desenvolver e replicar para os diversos blocos de rega, trata-se de um trabalho moroso que poderá levar anos a ser concluído na sua totalidade.

O *software* SAP, mais concretamente o módulo PM, possui um vasto leque de funcionalidades das quais a EDIA não usufrui. A programação dessas funcionalidades permitiria uma melhor gestão dos ativos da empresa tal como uma melhor interligação entre módulos. A

título de exemplo, neste caso de estudo seria proveitoso existir uma inventariação de todo o material disponível em *stock* por forma a utilizar, quando necessário e se existente, peças sobresselentes na intervenção, ao invés de proceder à sua aquisição.

O módulo PM apresenta uma estrutura complexa e pouco intuitiva, o que dificulta a sua operação por operários não qualificados ou por longos períodos de tempo por parte de um membro do DEIR sem o operar. A EDIA encontra-se em fase de aquisição de um novo *software* que funcionará como uma interface do próprio módulo PM, mas de uma forma mais intuitiva e amigável. Esse novo *software* irá remeter todos os dados guardados para o módulo PM, para que desta forma não invalide a interligação entre módulos.

Na programação dos Planos de Manutenção, as datas de intervenção são definidas de acordo com a data início inserida e com as periodicidades de cada tarefa. Nos casos em que existem periodicidades diferentes no mesmo plano de manutenção (vasta maioria), por vezes acontecem datas de intervenção com apenas dois dias de diferença. Isto acontece pelo facto de o sistema programar as datas de intervenção semanais para exatamente uma semana depois e as datas de intervenção mensais para exatamente um mês depois. É fácil verificar que um mês não corresponde a quatro semanas e que a diferença entre a quarta intervenção semanal e a primeira mensal terão um desfasamento de poucos dias. Esta solução é extremamente inviável pois implica a visita ao local para intervenção por duas vezes num curto espaço de tempo. Como o software não tem a capacidade de sobrepor essas intervenções para uma só data, a solução passará por alterar manualmente as datas de intervenção por forma a fazer-las coincidir ou adiar a intervenção mensal para a intervenção semanal mais próxima.

Referências Bibliográficas

- Brito, Mário (2003). Manutenção, Manual Pedagógico PRONACI. Leça da Palmeira, AEP;
- Cabral, José Saraiva (1998). Organização e Gestão da Manutenção dos conceitos à prática. Lisboa: LIDEL-Edições Técnicas, Lda;
- COBA (2008). Projeto de execução da Estação Elevatória e Circuito Hidráulico de Pedrógão. Volume 2.2: Estação Elevatória de Pedrógão 1;
- *Direct Industry* (2017), disponível em <http://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/valvula-borboleta-61163.html>. [Consultado a 16-6-2017];
- 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>. [Consultado a 3-4-2017];
- Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva (2013), EDIA, disponível em <http://www.edia.pt/pt/quem-somos/edia/11>. [Consultado a 3-4-2017];
- 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>. [Consultado a 26-5-2017];
- 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>. [Consultado a 7-4-2017];
- 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>. [Consultado a 7-4-2017];
- *Hidrenki* (2017), disponível em <http://www.hidrenki.pt/index.php/produtos>. [Consultado a 28-4-2017];
- Miranda, J. C. (2013). Ações preventivas e corretivas a implementar previamente ao início da campanha de rega no âmbito da qualidade da água e da fiabilidade da rede, Lisboa;
- Monchy, François (1989). A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo, Brasil.
- Pinto, V. M. (1994). Gestão da Manutenção. Lisboa: Edições IAPMEI;
- 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;
- Roriz, Luís (2007). Climatização - conceção, instalação e condução de sistemas. Lisboa: Edições Orion, 2007.
- 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, Brasil;
- Tavares, Lourival A. (1996) Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento. Salvador: Casa da Qualidade Editora, Lda.
- Wyrebski, Jerzy (1997). Manutenção Produtiva Total - Um Modelo Adaptado. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil;
- Xenos, Harilaus G. (1998). Gerenciamento da Manutenção Produtiva, Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial.

Anexo A – Planos de Manutenção para equipamentos do Sub-bloco Pedrógão 1

Ar Condicionado	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Limpeza unidade interior e exterior				x	
Verificação/Reposição do gás de refrigeração				x	
Limpeza / Substituição de filtros				x	
Verificação / Reapertos das ligações eléctricas				x	
Confirmar funcionamento quente/frio				x	

Arrancador Progressivo	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Inspeção visual geral					x
Execução do backup de parâmetros com o motor parado					x
Leitura do histórico de falhas					x
Desligar a unidade e esperar 10 minutos antes de efetuar qualquer operação no seu interior					x
Verificar o estado das fichas de ligação entre módulos					x
Efetuar limpeza geral da unidade					x
Verificação dos apertos dos cabos de potência e condutores de comando					x
Verificação do tempo útil de vida dos ventiladores, bem como o seu estado de funcionamento (substituir se necessário)					x
Análise/comparação do backup realizado no ponto 2 com o backup anterior					x
Se necessário, efetuar reajustes na parametrização					x
Ligar o motor e verificar existência de falhas/alarmes					x

Atuadores Elétricos	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Inspeção dos vedantes					
Inspeção dos o-rings das tampas				x	
Verificação do aperto dos bujins				x	
Verificação do aperto dos parafusos entre o actuador e a válvula/reductor				x	
Ensaio de funcionamento			x		
Verificação da atuação dos fins de curso			x		
Reaperto de contactos eléctricos					x
Verificar/Corrigir Proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					x
Limpeza geral					x

Caixas de Passagem de Cabos Exteriores	Periodicidade						
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	Outra
Limpeza geral e secagem					X		
Beneficiação das juntas de vedação da caixa					X		
Inspeção visual do estado de conservação dos cabos elétricos						X	
Colocação de pastilhas contra roedores					X		
Tamponamento dos negativos de passagem dos cabos com espuma de poliuretano						X	

Caixa de Comando Local	Periodicidade						
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	Outra
Limpeza geral com solvente dielétrico					X		
Verificação/Substituição dos sinalizadores luminosos					X		
Verificação/correção da fixação e proteção anticorrosiva						X	
Reapertos a todos os componentes instalados no interior da caixa						X	
Ensaio funcional de comutadores e botoneiras						X	

Caixas Desmultiplicadoras	Periodicidade						
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	Outra
Verificar/Corrigir Proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X		
Verificação estado da caixa ao nível de engrenagens e rolamentos					X		
Limpeza Geral					X		
Lubrificação de partes móveis					X		

Caixas de Junção	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Limpeza geral com solvente dielétrico					X
Reapertos a todos os componentes instalados no interior da caixa					X

Caixas de Seccionamento	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Verificar o estado geral de conservação de todos os equipamentos					X
Verificar, mediante manobra manual e automática, o estado geral de funcionamento das válvulas					X
Verificar estado de lubrificação dos componentes móveis e lubrificar se necessário					X
Verificar apertos e mecanismos de fixação					X
Verificação / reapertos de parafusaria					X
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X
Verificar a possível existência de fugas pelas juntas de vedação					X
Verificar estado dos bujins e corrigir se necessário					X
Verificar e ensalar fins de curso, se aplicável					X
Aconchamento das descargas de fundo					X
Limpeza e beneficiação geral					X
Aconchamento/ Limpeza Ventosa					X
Verificar/Corrigir Proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X
Retirar água do interior da câmara					X
Verificar/Reparar Fixação Escadas					X

Câmaras de Betão	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Limpeza geral			X		
Inspeção Visual			X		
Retirar água caso necessário			X		
Correção de infiltrações			X		

Compressor Eléctrico	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
Verificação do nível de óleo		X			
Registo de horas de funcionamento			X		
Verificar fluxo de ar do arrefecedor		X			
Limpeza geral do equipamento				X	
Verificar estado dos acoplamento/elementos elásticos				X	
Limpeza de Quadro Eléctrico				X	
Verificar fugas de ar - óleo - água		X			
Verificar e repor apertos mecânicos				X	
Verificar integridade dos manómetros de medição de pressão		X			
Revisão geral do equipamento de acordo com o indicado no Caderno de Encargos	-	-	-	-	-

Descargas de Fundo	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
Verificar o estado geral de conservação da válvula					X
Verificar, mediante ensaio, o estado geral de funcionamento da válvula (acionamento da descarga de fundo)					X
Verificar estado de lubrificação dos componentes móveis, lubrificar se necessário e aplicável					X
Verificação / reapertos de parafusaria					X
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de protecção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X
Verificar a possível existência de fugas pelas juntas e sedes de vedação					X
Verificar apertos e mecanismos de flutuação					X
Verificar o estado das grelhas de escape e limpar se aplicável					X
Limpeza e beneficiação geral se necessário					X
Verificar/Corrigir Protecção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X
Verificar/Reparar fixação escadas					X

Deteção Intrusão/Incêndio	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
Teste funcionamento					X

Deteção Inundação	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
Inspeção visual da instalação e integridade do equipamento				X	
Teste do relé instalado no Q.E. e confirmação da emissão de alarmes				X	
Manipulação da bóia para verificação do funcionamento e emissão de alarmes				X	

Esteiras e Caleiras de Cabos	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Limpeza das esteiras / negativos de passagem dos cabos					X
Verificação/correção dos suportes				X	
Verificação / Eliminação dos pontos de corrosão das esteiras metálicas					X
Inspeção visual do estado de conservação dos cabos elétricos					X

Exterior EE	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Limpeza Geral				X	
Eliminação vegetação espontânea				X	
Verificar vedações					X
Inspeção visual		X			
Lubrificação de dobradiças de portões				X	
Lubrificação de fechaduras				X	
Verificar pontos de corrosão nos portões e corrigir se necessário				X	
Verificar funcionamento dos portões e automatismos				X	

Filtro Regulador/Lubrificador de Ar Comprimido	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Verificação / correção de existência de fugas		X			
Registo de valor de pressão		X			
Verificação / reposição do nível de óleo		X			

Filtros de Água Automáticos	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Verificação geral do correio funcionamento do filtro (Verificar e registar alarmes do scada)			X		
Limpeza dos filtros dos circuito de pilotagem das válvulas de descarga da lavagem				X	
Lubrificação de partes móveis (Utilizar pontos de lubrificação existentes nas máquinas)				X	
Verificação geral de fugas, com especial atenção para vedação no veio do scanner, substituindo o-ring interno de vedação, se necessário					
Efetuar ciclo de limpeza manual		X			
Remoção dos cartuchos filtrantes e limpeza manual					X
Verificação da integridade do corpo interior do filtro					X
Registo do n.º de lavagens			X		
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)				X	
Verificar/Corrigir proteção anticorrosiva em todos os equipamento do sistema (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)				X	
Limpeza Quadro Elétrico				X	
Limpeza e beneficiação dos motores elétricos				X	
Verificação / resupertos de parafusaria				X	
Limpeza geral				X	

Fossa Sética	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Limpeza da fossa					X

Grupos de Bombagem Principais	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Verificação ruídos anormais		X			
Verificar/Eliminar Fugas água		X			
Verificação vibrações (a)			X		
Colocação grupo em funcionamento localmente e remotamente (Caixa Local/Scada)			X		
Verificar/corrigir/substituir empanques		X			
Verificar/corrigir abertos ligações elétricas caixa de sinais motor					X
Verificar/corrigir abertos ligações elétricas caixa de potência motor					X
Verificar/corrigir abertos ligações elétricas caixas de comando local					X
Verificar/substituir sinalizadores das caixas de comando local em svariá			X		
Verificação pressão aspiração/compressão			X		
Verificação e correção abertos mecânicos estrutura e máquinas				X	
Limpeza geral				X	
Verificar/Corrigir proteção anticorrosiva bomba e motor (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)				X	
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)				X	
Purga de Ar			X		X
Ensaio Vibrações (b)					X
Verificação/correção alinhamento acoplamento máquinas					X
Verificação/Correção da Lubrificação chumaceiras da bomba e motor				X	

Hidrantes	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Limpeza geral					X
Verificação do estado geral de conservação das tampas, fechos, dobradiças, etc.					X
Verificação da existência de identificação do hidrante/boca de rega					X
Verificar/Corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X
Manobra de abertura / fecho da válvula de sectionamento do hidrante					X
Revisão do estado geral das sondas de pressão					X
Verificação/reperto parafusos					X
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X
Retirar água da caixa se for necessário					X
Revisão do estado geral das ventosas					X
Sistema de Telegestão - Comunicação Rádio					
Verificação do estado geral de conservação dos equipamentos					X
Verificação de suporte mastro antena					X
Verificar/substituir fusíveis de proteção					X
Verificação/repertos de ligações elétricas, tampas e bucinas					X
Revisão do estado geral das sondas de pressão					X
Verificação/reparação da cablagem elétrica de sinal/alimentação/comunicação					X
Verificar correta estanquidade do bastidor					X
Limpeza geral do bastidor					X
Limpeza geral do painel solar					X
Verificar/registar tensão de carga do painel solar					X
Verificar/registar tensão da bateria					X
Atuação da solenóide em manual/remoto para cada boca					X
Verificar/registar correta comunicação com o Scada					X
Verificação/registro da medida de pressão (se aplicável)					X
Verificação da ordem abertura / fecho por ação remota (telegestão)					X
Verificação / registro dos valores do Logger					X
Confirmação do impulso de contagem UTR/LOGGER/TELEGESTÃO					X
Limpeza geral dos equipamentos					X
Atuação da solenóide em manual/remoto para cada boca					X
Sincronização de valores dos totalizadores locais com o registro no Scada			X		X
Verificação de envio de impulsos de contagem de caudal					X

Hidrômetros - Bocas de Rega	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral
Revisão do estado das válvulas latch					X
Verificação do estado geral de conservação de todos os equipamentos					X
Verificação e correção da existência de fugas					X
Revisão das atuações eléctricas sobre as válvulas latch (modo local e remoto)					X
Revisão do estado geral das sondas de pressão					X
Verificação/substituição de microtubos de pilotagem					X
Limpeza geral					X
Verificação/reaperto parafusaria					X
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de protecção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X
Verificar/Corrigir protecção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X
Manobra de abertura/fecho das válvulas de sectionamento das bocas de rega					X
Abertura e fecho através do seletor manual de 3 vias					X
Abertura e fecho da boca de rega através da atuação manual do solenóide					X
Verificação e registo do caudal e pressão da boca de rega					X
Limpeza ou substituição do filtro de "dedo"					X
Verificação do correto funcionamento do contador (m3) / totalizador					X
Verificação, limpeza e lubrificação dos pilotos reguladores					X
Leitura e registo do contador			X		
Substituição de oring's se necessário					X

Instrumentação de Campo	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral
Limpeza geral com solvente dielétrico				X	
Verificação do aperto adequado aos bujins de cabos				X	
Beneficiação das vedações de caixa com recurso a vaselina				X	
Limpeza de tubagem de protecção mecânica aos cabos				X	
Reapertos mecânicos				X	

Iluminação Interior/Exterior e Tomadas	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral
Verificação do estado das lâmpadas e substituição se necessário			X		
Verificação do estado dos difusores, fechos e tampas			X		
Limpeza dos difusores (pó, insectos, etc.)				X	
Limpeza dos interruptores crepusculares				X	
Acerto e registo da parametrização dos relógios de comando				X	
Verificação do estado das baterias dos blocos autónomos				X	
Verificação do estado e funcionamento das tomadas				X	

Interior EE	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral
Limpeza geral		X			
Inspeção visual		X			
Registo dos alarmes do Scada		X			
Verificação de fugas de água		X			
Verificação de fugas de ar		X			
Deteção de ruídos anormais		X			

Juntas de Desmontagem	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral
Inspeção visual					
Verificação de fugas e substituição de vedantes se necessário		X			
Respeitos mecânicos		X			
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X
Verificar/corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X
Limpeza geral					X

Ponte Rolante	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral
Verificação do funcionamento dos motores, travões, fins-de-curso, guias e roldana					X
Verificação do estado do cabo de aço					X
Verificação do nível de óleo de caixas e moto-redutores					X
Verificação do estado de fixação do cabo de aço, rolamentos, rodas e o-rings					X
Verificação do estado dos mecanismos de transmissão (velos, freios, chavetas)					X
Verificação do estado do quadro eléctrico do diferencial		X			
Verificação do funcionamento do limitador de carga					X
Verificação do estado dos coletores, escovas e carros de suporte de cabos					X
Verificação das ligações por ficha haring					X
Verificação do estado do quadro eléctrico e respetivos componentes		X			
Verificação do estado dos contadores, fusíveis, alimentação do caminho de rolamento e ligações		X			
Verificação do estado da botoneira, cabo e sinalização dos movimentos		X			
Verificação de soldaduras, ligações entre elementos e proteção anti-corrosiva					X
Verificação do estado dos cabos eléctricos da ponte rolante		X			
Ensaio de funcionamento		X			
Efectuar teste de capacidade máxima					X

Posto de Seccionamento e Quadros de Média Tensão	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Verificação/limpeza dos acessos ao posto de seccionamento					X
Verificação/reparação do estado de conservação de portas e fechaduras de acesso à sala					X
Verificação/correção do estado geral de conservação (rachas, humidade e pintura)					X
Limpeza do Posto de Seccionamento e caleiras de encaminhamento de cabos					X
Verificação da integridade das caixas terminais de cabos					X
Limpeza dos quadros e verificação/reparos dos componentes elétricos					X
Verificação/reparação do estado de conservação das fechaduras e encaixamentos mecânicos das celas					X
Verificação/substituição dos acessórios de manobra (tapete e luvas isolantes, Classe 4 / 38KV)					X
Verificação do nível de ruído (sem colocação fora de serviço quando possível)			X		
Verificação da existência de contornos no interior das celas					X
Verificação/correção do estado geral de conservação (estado da pintura, existência de pontos de corrosão)					X
Verificação/substituição dos sinalizadores de comando e presença de fases					X
Verificação/ensalo dos relés de MT					2anos
Limpeza das celas do monobloco 36 kV recorrendo a solvente dielétrico adequado ao nível de tensão de serviço					X
Verificação das condições de ventilação					X
Verificação do estado da iluminação normal, emergência e tomadas					X
Registo da medição da terra de proteção				X	
Reposição de pastilhas anti roedores					X
Verificação dos encaixamentos elétricos e mecânicos					X

Proteção Incêndios	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Verificação do estado e data de revisão dos extintores				X	
Limpeza dos equipamentos e acessórios				X	
Verificação de toda a sinalética e sinalização de segurança				X	

Quadro de Compensação do Fator de Potência	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Aspiração/limpeza geral com solvente dielétrico				X	
Verificação/substituição dos fusíveis de controlo e potência				X	
Verificação do funcionamento do relé varimétrico				X	
Verificação do funcionamento dos ventiladores				X	
Substituição dos filtros das grelhas de ventilação					X
Registo o valor do fator de potência		X			
Verificação/fechamento nos barramentos, bornes de entrada/saída, bornes dos equipamentos e ligações à terra de proteção					X
Verificação dos contadores (acionamento com recurso a entradas/saídas de escalões controlados pelo relé varimétrico)					X
Verificação/medição dos condensadores (Verificar condições de acatulação / valores de referência de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X

Quadros Eléctricos	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral
Aspiração/limpeza geral com solvente dieléctrico					X
Substituição de pastilhas para roedores				X	
Verificação/substituição dos sinalizadores luminosos					X
Verificação/substituição dos fusíveis					X
Substituição dos filtros das grelhas de ventilação					X
Inspeção visual:					
Estado de limpeza			X		
Condições de ventilação natural/forçada			X		
Estado da identificação dos equipamentos, bornes e condutores			X		
Aspecto exterior (síndicos, consolas táteis, sinalizadores, etiquetas, etc.)			X		
Inspeção mecânica:					
Estado de conservação da pintura			X		
Funcionamento das portas, fechaduras e dobradiças			X		
Estado dos suportes de fixação do equipamento			X		
Apoios dos barramentos					X
Estado das calhas em PVC			X		
Amarração dos cabos eléctricos			X		
Verificações:					
Apertos nos barramentos					X
Apertos das ligações à terra de protecção					X
Apertos aos bornes de entrada/saída					X
Apertos aos bornes dos equipamentos					X
Funcionamento das consolas táteis e indicadores digitais ou analógicos			X		
Ensaio:					
Ensaio/substituição de lâmpadas/sinalizadores			X		
Termografia					X
Enclavamentos eléctricos e mecânicos					X
Comutadores e botoneiras					X
Ventilação forçada					X
Funcionamento das resistência anti-condensação					X
Desarme dos interruptores diferenciais por acção voluntária dos botões de teste					X
Manobrar seccionadores e disjuntores					X
Relés de sequência e falta de fase					X
Medições:					
Tensão de serviço 690/400/230 V					X
Tensão socorrida 230/24 V					X
Tensão de comando 24 V					X
Resistência de isolamento dos cabos de potência					X

Rede de Ar Comprimido	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral
Verificação/correção de fugas			X		
Verificar/corrigir protecção anticorrosiva em todos os equipamento do sistema (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X
Accionamento das válvulas					X

Rede de Terras e Pára Raios	Periodicidade					
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual
Inspeção visual					X	
Lubrificação contactos					X	
Reapertos mecânicos					X	
Medição resistência de terra					X	

Reservatório de Ar Comprimido	Periodicidade					
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual
Verificação/reparação de fugas						
Verificar/contingir proteção anticorrosiva em todos os equipamentos do sistema (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					X	
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X	
Registo do volume do RAC						X
Registo da pressão de nominal/máxima admissível do RAC						X
Identificação do número de registo do RAC						X
Registo do mês e ano da última prova de pressão						X
Registo do diâmetro do manómetro						X
Registo da data de verificação metrológica dos manómetros						X
Verificação da existência de traço vermelho no mostrador do manómetro sobre a pressão correspondente à pressão de serviço						X
Verificação do estado de conservação dos manómetros			X			
Verificação do correto funcionamento dos manómetros			X			
Beneficiação da totalidade dos órgãos de secionamento					X	
Registo da data de aferição/calibração das válvulas de segurança						X
Verificação da existência e do estado de conservação da chapa fotoluminescente "PERIGO EQUIPAMENTO SOB PRESSÃO"		X				X
Purga do reservatório						

Reservatórios Hidropneumáticos	Periodicidade					
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual
Verificação/reparação de fugas						
Verificar/contingir proteção anticorrosiva em todos os equipamentos do sistema (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)		X				
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					X	
Limpeza da câmara dos RH's com drenagem de água se necessário		X				X
Registo do volume do RH						X
Registo da pressão de nominal/máxima admissível do RH						X
Identificação do número de registo do RH						X
Registo do mês e ano da última prova de pressão						X
Registo do diâmetro do manómetro						X
Registo da data de verificação metrológica dos manómetros						X
Verificação da existência de traço vermelho no mostrador do manómetro sobre a pressão correspondente à pressão de serviço						X
Verificação do estado de conservação dos manómetros			X			
Verificação do correto funcionamento dos manómetros			X			
Verificação do correto funcionamento dos níveis discretos			X			
Verificação do correto funcionamento dos níveis contínuos			X			
Verificação da totalidade dos órgãos de secionamento			X			X
Verificação do correto funcionamento das sondas de temperatura			X			
Verificação do correto funcionamento das eletroválvulas de admissão/escape de ar (automático/manual)			X			
Registo da data de aferição/calibração das válvulas de segurança						X
Verificação da existência e do estado de conservação da chapa fotoluminescente "PERIGO EQUIPAMENTO SOB PRESSÃO"						X

Sistema CCTV	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Limpeza geral das câmaras de vigilância				X	
Verificação/correção dos suportes das câmaras de vigilância				X	
Verificação da correta transmissão de imagem		X			

Transformadores de Potência	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Verificação/correção do estado de conservação de portas e fechaduras de acesso aos transformadores					X
Verificação/correção do estado geral de conservação (rachas, humidade e pintura)					X
Verificação das condições de ventilação					X
Verificação do estado da iluminação normal, emergência e tomadas					X
Registo de medição da terra de proteção e serviço					X
Verificação dos encravamentos eléctricos e mecânicos					X
Verificação do nível de ruído (sem colocação fora de serviço quando possível)					X
Verificação da existência de fugas de óleo dieléctrico			X		X
Verificação da integridade das caixas terminais de cabos					X
Verificação/registo da máxima temperatura registada no transformador					X
Verificação/correção do estado geral de conservação (estado da pintura, existência de pontos de corrosão)					X
Verificação da imobilização das rodas					X
Manipulação do comutador de tensão (com passagem por todas as posições)					X
Apertos dos bornes e travessias					X
Apertos das ligações à terra de protecção					X
Registo das parametrizações dos disparos de alarmes e falhas (relé DGPT2 ou relé de Buchholz)					X
Limpeza do transformador recorrendo a solvente dieléctrico adequado ao nível de tensão					X
Reposição de pastilhas anti roedores					X
Limpeza da sala do transformador e caleiras de encaminhamento de cabos					X

Tubagem Aspiração/Compressão	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Verificar/corrigir protecção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Cadenmo de Encargos)					X
Limpeza geral					X
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de protecção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Cadenmo de Encargos)					X

Fonte de Alimentação Ininterruptível - UPS	Periodicidade				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral Anual Outra
Limpeza exterior e das aberturas de ventilação					X
Limpeza interna com auxílio de soprador eléctrico com aspirador de pó (equipamento de acordo com o Cadenmo de Encargos)					X
Verificação do estado e ligações dos cabos de alimentação					X
Verificação/registo das baterias					X
Verificação/registo do correcto funcionamento da UPS		X			X
Verificação da comutação rede/bateria/rede					X

	Periodicidade			
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral Semestral Anual Outra
Válvulas de Borboleta				
Verificação de fugas		x		
Aconionimento válvula aberta/fecho com verificação do estado dos fins de curso, em modo local e remoto (Cabva ou consola local e Scada de controlo)			x	
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)				x
Verificação/reapertos de parafusaria				x
Limpeza geral				x
Verificar/corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)				x

Válvulas de Cunha				
Verificação de fugas		x		
Manobra abertura fecho da válvula			x	
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)				x
Verificação/reapertos de parafusaria				x
Verificar/corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)				x
Limpeza geral				x

Válvulas de Retenção com Contra-Peso				
Verificação de fugas		x		
Verificação geral de fugas de óleo no amortecedor óleo-hidráulico, respondendo se necessário		x		
Verificar/corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)				x
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)				x
Verificação/reapertos de parafusaria				x
Limpeza geral				x

Variadores de Velocidade				
Inspeção visual geral				
Execução do backup de parâmetros com o motor parado				x
Leitura do histórico de falhas				x
Desligar a unidade e esperar 10 minutos antes de efetuar qualquer operação no seu interior				x
Extrair o powerblock e efetuar a sua limpeza				x
Verificar o estado das fichas de ligação entre módulos				x
Efetuar limpeza geral da unidade				x
Insertir o powerblock				x
Verificação dos apertos dos cabos de potência e condutores de comando				x
Verificação do tempo de vida útil dos ventiladores, bem como o seu estado de funcionamento (Substituir se necessário)				x
Análise/comparação do backup realizado no ponto 2 com o backup anterior				x
Ligar a unidade e anotar as tensões de entrada e do barramento intermédio				x
Efetuar medidas da tensão de saída (oscilogramas de carga)				x
Registar, com a função trace, algumas variáveis internas relevantes na aplicação				x
Se necessário, efetuar reajustes na parametrização				x
Registar as horas de funcionamento do drive				x

	Diária	Semanal	Periodicidade			Anual	Outra
			Mensal	Trimestral	Semestral		
Ventiladores							
Verificação do correto funcionamento em modo manual						x	
Registo de consumo elétrico por fase						x	
Registo das parametrizações da proteção térmica ao motor						x	
Verificação do estado de conservação das grelhas						x	
Inspeção geral do ventilador, com desmontagem, limpeza e conservação sempre que se justifique ou no máximo de acordo com a periodicidade definida						x	

	Diária	Semanal	Mensal	Periodicidade			Anual	Outra
				Trimestral	Semestral			
Ventosas EE								
Verificação de fugas		x						
Verificação/reataportos de parafusaria					x			
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)					x			
Verificar/corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)					x			
Limpeza geral exterior e interior					x			
Substituição, se necessário, de vedantes						x		

	Diária	Semanal	Mensal	Periodicidade			Anual	Outra
				Trimestral	Semestral			
Ventosas - Rede de Rega								
Verificar o estado geral de conservação da válvula de seccionamento							x	
Verificar, mediante ensaio, o estado geral de funcionamento da válvula de seccionamento							x	
Verificação e correção da existência de fugas							x	
Verificação/reataportos de parafusaria							x	
Beneficiação da parafusaria com recurso a aplicação de esquema de proteção contra oxidação (Esquema de aplicação indicado em Caderno de Encargos)							x	
Limpeza geral exterior e interior e teste do controlador de exaustão							x	
Verificar/corrigir proteção anticorrosiva (Esquema de Pintura de acordo com o indicado em Caderno de Encargos)							x	
Verificação de vedantes e substituição se necessário							x	

Anexo B – Desenhos de Projeto do Sub-bloco e Rede de Rega Pedrógão 1

QUADRO DE COORDENADAS

	M	P
V1	243840.567	127198.746
V2	243845.087	127205.225
V3	243856.323	127197.386
V4	243858.096	127199.928
V5	243858.711	127199.499
V6	243859.798	127201.057
V7	243851.445	127189.084
V8	243849.353	127190.543
V9	243850.326	127191.937
V10	243839.008	127199.833
V11	243844.616	127207.870
V12	243855.851	127200.031
V13	243857.625	127202.574
V14	243845.651	127210.928
V15	243843.363	127207.647
V16	243842.132	127208.505
V17	243837.040	127201.206
V18	243833.836	127201.857
V19	243834.522	127202.841

NAS ZONAS DE ESCAVAÇÃO INDICADAS POR (*)
NOS CORTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EXECUTAR UMA DECAPAGEM ADICIONAL DE ~ 0,10m
PARA COLOCAÇÃO DE BETÃO DE REGULARIZAÇÃO

PLANTA DE ESCAVAÇÕES

Esc. 1:100

LISTA DE EQUIPAMENTOS :

(ASPIRAÇÃO)

- CONDOTA GERAL DE ASPIRAÇÃO DN 3300 COMUM COM A DE PEDRÓGÃO PRINCIPAL
- (A INSTALAR NA EMPREITADA DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO)
CONDOTA GERAL DE ASPIRAÇÃO (CGA) DN 800
- VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 800
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 800
- VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 200
- VÁLVULA DE CUNHA ELÁSTICA MANUAL FLANGEADA DN 300
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 300
- CONE EXCÊNTRICO FLANGEADO DN 300/250

(COMPRESSÃO)

- GRUPO ELECTROBOMBA MULTICELULAR VERTICAL P=200 Kw
- VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 200
- VÁLVULA BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO DN 200
- VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- CONDOTA DE BYPASS ASPIRAÇÃO-COMPRESSÃO DN 200
- VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 100
- JUNTA DE DESMONTAGEM DN 100
- CONDOTA DE DESCARGA DN 100
- CONDOTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 600

(GERAL)

- ARREFEDECOR EVAPORATIVO DE 40 000 M3/H
- CONDOTA DE AR COM GRELHAS E REGISTOS
- APARELHO DE AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 3 TR
- BOMBA DE CALOR TIPO SPLIT COM UMA CAPACIDADE FRIGORÍGENA DE 3250 KCAL/H
- FILTRO AUTOMÁTICO DN 500
- VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- VÁLVULA DE PURGA DO FILTRO AUTOMÁTICO
- CONDOTA DE DRENAGEM DN 200
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 200
- CONDOTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 900
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 450
- VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 450
- RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO (RH) (V=50 m3)
- BARRILETE DN 200 PARA A INSTRUMENTAÇÃO ASSOCIADA AOS RHs
- COMPRESSOR DE AR TIPO PARAFUSO COM FAD=38,2 m3/h a 10 bar
- RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO V=1,1 m3 E TIMBRE DE 10 bar
- TUBAGEM DE AR COMPRIMIDO EM FERRO PRETO SOLDADA DE DIÂMETRO = 1"
- VÁLVULA DE SEGURANÇA DO RH
- CONDOTA DE LIGAÇÃO DN 100 ENTRE RHs E BARRILETE
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 65
- ADAPTADOR BOCA FLANGE DN 65
- CONDOTA DE DRENAGEM DN 100

- VÁLVULA DE CUNHA DN 100
- ENTRADA DE HOMEM PADRÃO DN 600
- GRELHA DE EXTERIOR COM REDE ANTIPÁSSAROS
- PONTE ROLANTE MONOVIGA DE 3,2 t DE CAPACIDADE
- JUNTA FLEXÍVEL DN 600
- ELECTROVÁLVULA DE 1"
- MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASSÔNICO DN 900
- VÁLVULA DE CORTE GERAL TIPO BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO FLANGEADA DN 900
- CONDOTA EM FFD, DN 900, PONTA LISA / FLANGE (L = 3,50 m)
- CONDOTA EM AÇO DE LIGAÇÃO AO RH, DN 450
- CONDOTA EM AÇO, DN 500, FLANGEADA
- JUNTA DE DESMONTAGEM DN 500
- VÁLVULA DE BORBOLETA COM ACTUADOR MANUAL, DN 500
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA, INCLUINDO TUBAGEM DE LIGAÇÃO, DN 100
- JUNTA DE DESMONTAGEM DN 900
- MEDIDOR DE PRESSÃO
- TUBO EM AÇO, DN 300, FLANGE / PONTA LISA
- TUBO PEAD, DN 300, PN4, INCLUINDO STUBEND NAS DUAS EXTREMIDADES
- CENTRAL HIDROPNEUMÁTICA
- TUBO EM AÇO, DN 1 1/2"
- JUNTA FLEXÍVEL DN 900

LEGENDA :

- FASE DE CONSTRUÇÃO DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO
- BETÃO 1ª FASE
- BETÃO 2ª FASE
- PAREDE DUPLA EM ALVENARIA DE TIJOLO COM ISOLAMENTO ACÚSTICO esp.0,30m
- PAREDE SIMPLES EM ALVENARIA DE TIJOLO esp.0,15m
- MATERIAL DE ATERRO

SIMBOLOGIA :

- EQUIPAMENTOS
- VÃOS
- SERRALHARIAS

PLANTA DO PISO À COTA (75.10)

Esc. 1:100

NOTAS :

- GRUPOS A INSTALAR NA 1ª FASE (G1, G2 E G3)
- GRUPOS A INSTALAR NA 2ª FASE (G4, G5 E G6)
- JUNTAS CEGAS A INSTALAR NA 1ª FASE NOS GRUPOS G4, G5 E G6

Consórcio:		REDE SECUNDÁRIA DE REGA - SUB-BLOCO PEDRÓGÃO 1	
		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PEDRÓGÃO 1	
		EQUIPAMENTOS E ARQUITECTURA	
		PLANTAS DE ESCAVAÇÕES E DO PISO À COTA (75.10)	
TELAS FINAIS		proj.	
		des.	
		verif.	
		aprov.	
		data:	Julho de 2012
		escala:	H = 1:2000 V = 1:200
		des. nº	08

PLANTA DO PISO À COTA (77.00)
Esc. 1:100

LISTA DE EQUIPAMENTOS :

(ASPIRAÇÃO)

- | | |
|---|---|
| 1 | - CONDUITA GERAL DE ASPIRAÇÃO DN 3300 COMUM COM A DE PEDRÓGÃO PRINCIPAL |
| 2 | (A INSTALAR NA EMPREITADA DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO) |
| 2 | - CONDUITA GERAL DE ASPIRAÇÃO (CSA) DN 800 |
| 3 | - VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 800 |
| 4 | - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 800 |
| 5 | - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRÍPLIA FUNÇÃO DN 200 |
| 6 | - VÁLVULA DE CUNHA ELÁSTICA MANUAL FLANGEADA DN 300 |
| 7 | - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 300 |
| 8 | - CONE EXCÊNTRICO FLANGEADO DN 300/250 |

(COMPRESSÃO)

- | | | |
|-----|---|---|
| 9 | - | GRUPO ELECTROBOMBA MULTICELULAR VERTICAL P=200 Kw |
| 10 | - | VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200 |
| 11 | - | JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 200 |
| 12 | - | VÁLVULA BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO DN 200 |
| 13 | - | VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65 |
| 14 | - | CONDUTA DE BYPASS ASPIRAÇÃO-COMPRESSÃO DN 200 |
| 15 | - | VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200 |
| 16 | - | VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 100 |
| 16a | - | JUNTA DE DESMONTAGEM DN 100 |
| 16b | - | CONDUTA DE DESCARGA DN 100 |
| 17 | - | CONDUTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 600 |

(GERAL:

- 18 - ARREFECEDOR EVAPORATIVO DE 40 000 M3/H
- 19 - CONDUTA DE AR COM GRELHAS E REGISTOS
- 20 - APARELHO DE AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 3 TR
- 21 - BOMBA DE CALOR TIPO SPLIT COM UMA CAPACIDADE FRIGORÍGENA DE 3250 Kcal/H
- 22 - FILTRO AUTOMÁTICO DN 500
- 23 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- 24 - VÁLVULA DE PURGA DO FILTRO AUTOMÁTICO
- 25 - CONDUTA DE DRENAGEM DN 200
- 26 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 200
- 27 - CONDUTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 900
- 28 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 450
- 29 - VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 450
- 30 - RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO (RH) (V=50 m3)
- 31 - BARRILETE DN 200 PARA A INSTRUMENTAÇÃO ASSOCIADA AOS RHs
- 32 - COMPRESSOR DE AR TIPO PARAFUSO COM FAD=38,2 m3/h a 10 bar
- 33 - RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO V=1,1 m3 e TIMBRE DE 10 bar
- 34 - TUBAGEM DE AR COMPRIMIDO EM FERRO PRETO SOLDADA DE DIÂMETRO = 1"
- 35 - VÁLVULA DE SEGURANÇA DO RH
- 36 - CONDUTA DE LIGAÇÃO DN 100 ENTRE RHs E BARRILETE
- 37 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 65
- 38 - ADAPTADOR BOCA FLANGE DN 65
- 39 - CONDUTA DE DRENAGEM DN 100

- 40 - VÁLVULA DE CUNHA DN 100
- 41 - ENTRADA DE HOMEM PADRÃO DN 600
- 42 - GRELHA DE EXTERIOR COM REDE ANTIPÁSSAROS
- 43 - PONTE ROLANTE MONOVIGA DE 3,2 t DE CAPACIDADE
- 44 - JUNTA FLEXÍVEL DN 600
- 45 - ELECTROVÁLVULA DE 1"
- 46 - MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASSÔNICO DN 900
- 47 - VÁLVULA DE CORTE GERAL TIPO BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO FLANGEADA DN 900
- 48 - CONDUTA EM FFD, DN 900, PONTA LISA / FLANGE (L = 3.50 m)
- 49 - CONDUTA EM AÇO DE LIGAÇÃO AO RH, DN 450
- 50 - CONDUTA EM AÇO, DN 500, FLANGEADA
- 51 - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 500
- 52 - VÁLVULA DE BORBOLETA COM ACTUADOR MANUAL, DN 500
- 53 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA, INCLUINDO TUBAGEM DE LIGAÇÃO, DN 100
- 54 - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 900
- 55 - MEDIDOR DE PRESSÃO
- 56 - TUBO EM AÇO, DN 300, FLANGE / PONTA LISA
- 57 - TUBO PEAD, DN 300, PN4, INCLUINDO STUBEND NAS DUAS EXTREMIDADES
- 58 - CENTRAL HIDROPNEUMÁTICA
- 59 - TUBO EM AÇO, DN 1 1/2"
- 60 - JUNTA FLEXÍVEL DN 900

QUADRO DE COORDENADAS

	M	P
V20	243837.040	127201.206
V21	243842.132	127208.505
V22	243843.363	127207.647
V23	243845.651	127210.928
V24	243859.757	127201.086
V25	243851.404	127189.112
V26	243849.353	127190.543
V27	243850.326	127191.937

NAS ZONAS DE ESCAVAÇÃO INDICADAS POR (*)
NOS CORTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL
EXECUTAR UMA DECAPAGEM ADICIONAL DE ~ 0,10m
PARA COLOCAÇÃO DE BETÃO DE REGULARIZAÇÃO

PLANTA DO PISO À COTA (81.00) NOTAS :
Esc. 1:100

NOTAS :

- GRUPOS A INSTALAR NA 1ª FASE (G1, G2 E G3)
- GRUPOS A INSTALAR NA 2ª FASE (G4, G5 E G6)
- JUNTAS CEGAS A INSTALAR NA 1ª FASE NOS GRUPOS G4, G5 E G6

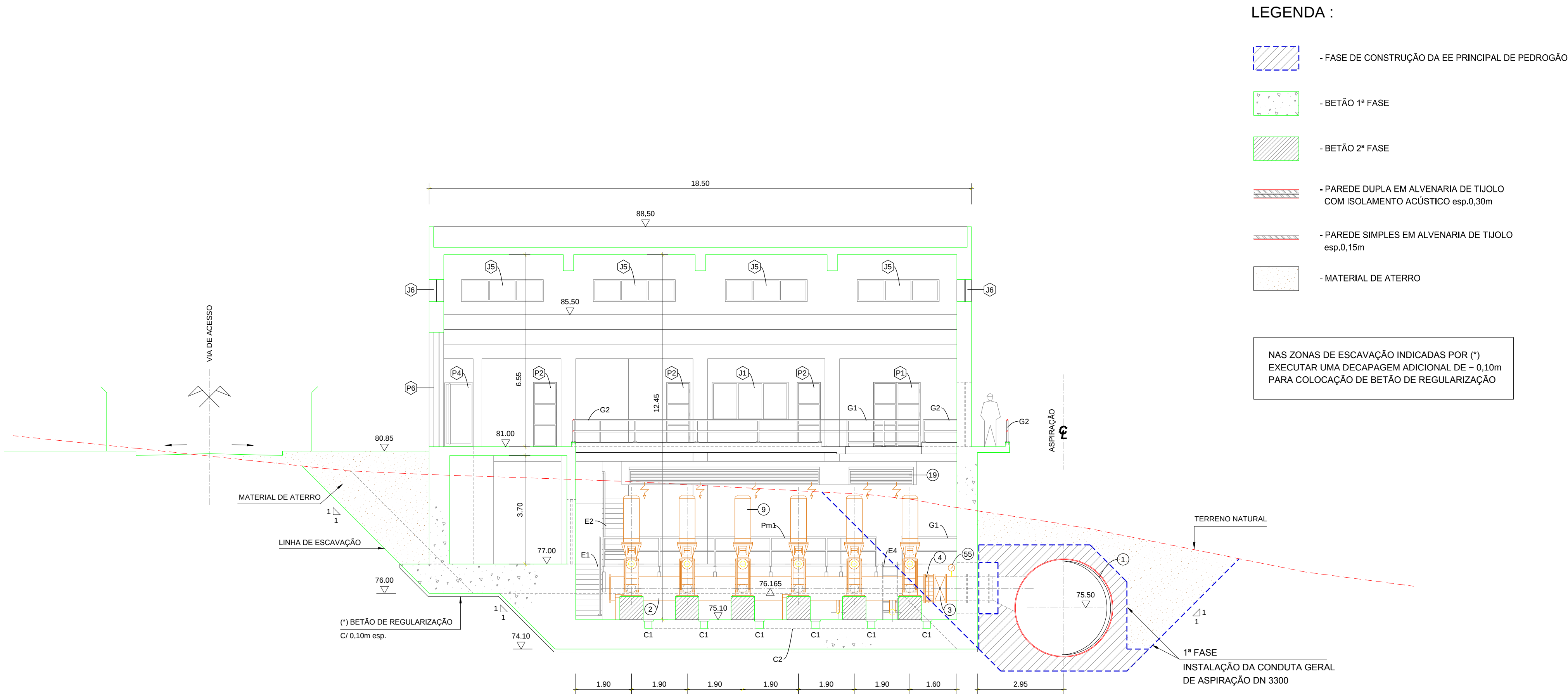
LEGENDA :

- FASE DE CONSTRUÇÃO DA EE PRINCIPAL DE PEDREGÃO
- BETÃO 1ª FASE
- BETÃO 2ª FASE
- PAREDE DUPLA EM ALVENARIA DE TIJOLO COM ISOLAMENTO ACÚSTICO esp.0,30m
- PAREDE SIMPLES EM ALVENARIA DE TIJOLO esp.0,15m
- MATERIAL DE ATERRO

SIMBOLOGIA :

- ① - EQUIPAMENTOS
 V1 - VÃOS
 C1 / G1 / E1 / Pm1 - SERRALHARIAS

 EDIA EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA, S.A.			
Consórcio:  ALVES RIBEIRO, S.A.  OLIVEIRAS, S.A. Engenharia e Construção  CHUPAS E MORRAO Engenharia e Construção		REDE SECUNDÁRIA DE REGA - SUB-BLOCO PEDRÓGÃO 1	
		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PEDROGÃO 1 EQUIPAMENTOS E ARQUITECTURA PLANTAS DOS PISOS ÀS COTAS (77.00) E (81.00)	
		Folha 11/1	
TELAS FINAIS		proj. des. verif. aprov.	data: Julho de 2012 escala: H = 1:2000 V = 1:200 des. nº 09



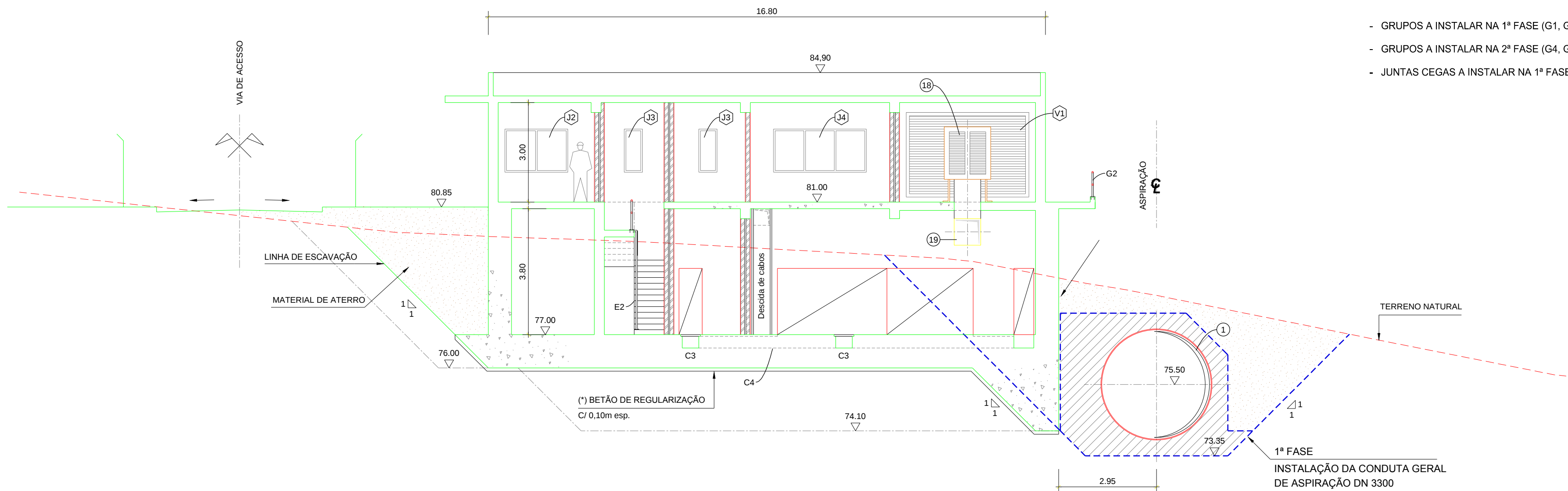
CORTE 1-1
(Grupos / Conduta Geral de Aspiração)
Esc. 1:100

SIMBOLOGIA :

- EQUIPAMENTOS
- VÃOS
- SERRALHARIAS

NOTAS :

- GRUPOS A INSTALAR NA 1ª FASE (G1, G2 E G3)
- GRUPOS A INSTALAR NA 2ª FASE (G4, G5 E G6)
- JUNTAS CEGAS A INSTALAR NA 1ª FASE NOS GRUPOS G4, G5 E G6



CORTE 2-2
(Salas de Apoio / Zona de Equipamento Eléctrico)
Esc. 1:100

(GERAL) - Continuação

- MEDIDOR DE PRESSÃO
- TUBO EM AÇO, DN 300, FLANGE / PONTA LISA
- TUBO PEAD, DN 300, PN4, INCLUINDO STUBEND NAS DUAS EXTREMIDADES
- CENTRAL HIDROPNEUMÁTICA
- TUBO EM AÇO, DN 1 1/2"
- JUNTA FLEXÍVEL DN 900

LISTA DE EQUIPAMENTOS :

(ASPIRAÇÃO)

- CONDUTA GERAL DE ASPIRAÇÃO DN 3300 COMUM COM A DE PEDRÓGÃO PRINCIPAL
- (A INSTALAR NA EMPREITADA DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO)
- CONDUTA GERAL DE ASPIRAÇÃO (CGA) DN 800
- VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 800
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 800
- VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 200
- VÁLVULA DE CUNHA ELÁSTICA MANUAL FLANGEADA DN 300
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 300
- CONE EXCÊNTRICO FLANGEADO DN 300/250

(COMPRESSÃO)

- GRUPO ELECTROBOMBA MULTICELULAR VERTICAL P=200 Kw
- VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 200
- VÁLVULA BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO DN 200
- VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- CONDUTA DE BYPASS ASPIRAÇÃO-COMPRESSÃO DN 200
- VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 100
- JUNTA DE DESMONTAGEM DN 100
- CONDUTA DE DESCARGA DN 100
- CONDUTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 600

(GERAL)

- ARREFECEDOR EVAPORATIVO DE 40 000 M3/H
- CONDUTA DE AR COM GRELHAS E REGISTOS
- APARELHO DE AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 3 TR
- BOMBA DE CALOR TIPO SPLIT COM UMA CAPACIDADE FRIGORÍGENA DE 3250 KCAL/H
- FILTRO AUTOMÁTICO DN 500
- VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- VÁLVULA DE PURGA DO FILTRO AUTOMÁTICO
- CONDUTA DE DRENAGEM DN 200
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 200
- CONDUTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 900
- JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 450
- VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 450
- RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO (RH) (V=50 m3)
- BARRILETE DN 200 PARA A INSTRUMENTAÇÃO ASSOCIADA AOS RHs
- COMPRESSOR DE AR TIPO PARAFUSO COM FAD=38,2 m3/h a 10 bar
- RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO V=1,1 m3 E TIMBRE DE 10 bar
- TUBAGEM DE AR COMPRIMIDO EM FERRO PRETO SOLDADA DE DIÂMETRO = 1"
- VÁLVULA DE SEGURANÇA DO RH
- CONDUTA DE LIGAÇÃO DN 100 ENTRE RHs E BARRILETE
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 65
- ADAPTADOR BOCA FLANGE DN 65
- CONDUTA DE DRENAGEM DN 100
- VÁLVULA DE CUNHA DN 100
- ENTRADA DE HOMEM PADRÃO DN 600
- GRELHA DE EXTERIOR COM REDE ANTIPÁSSAROS
- PONTE ROLANTE MONOVIGA DE 3,2 t DE CAPACIDADE
- JUNTA FLEXÍVEL DN 600
- ELECTROVÁLVULA DE 1"
- MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASSÔNICO DN 900
- VÁLVULA DE CORTE GERAL TIPO BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO FLANGEADA DN 900
- CONDUTA EM FFD, DN 900, PONTA LISA / FLANGE (L = 3,50 m)
- CONDUTA EM AÇO DE LIGAÇÃO AO RH, DN 450
- CONDUTA EM AÇO, DN 500, FLANGEADA
- JUNTA DE DESMONTAGEM DN 500
- VÁLVULA DE BORBOLETA COM ACTUADOR MANUAL, DN 500
- VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA, INCLUINDO TUBAGEM DE LIGAÇÃO, DN 100
- JUNTA DE DESMONTAGEM DN 900

EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA, S.A.

Consórcio:

ALVES RIBEIRO, S.A.

OLIVEIRAS, S.A.

CHUPAS E MORRAO

REDE SECUNDÁRIA DE REGA - SUB-BLOCO PEDRÓGÃO 1

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PEDRÓGÃO 1

EQUIPAMENTOS E ARQUITECTURA

CORTES 1-1 E 2-2

Folha 111

proj.

des.

verif.

aprov.

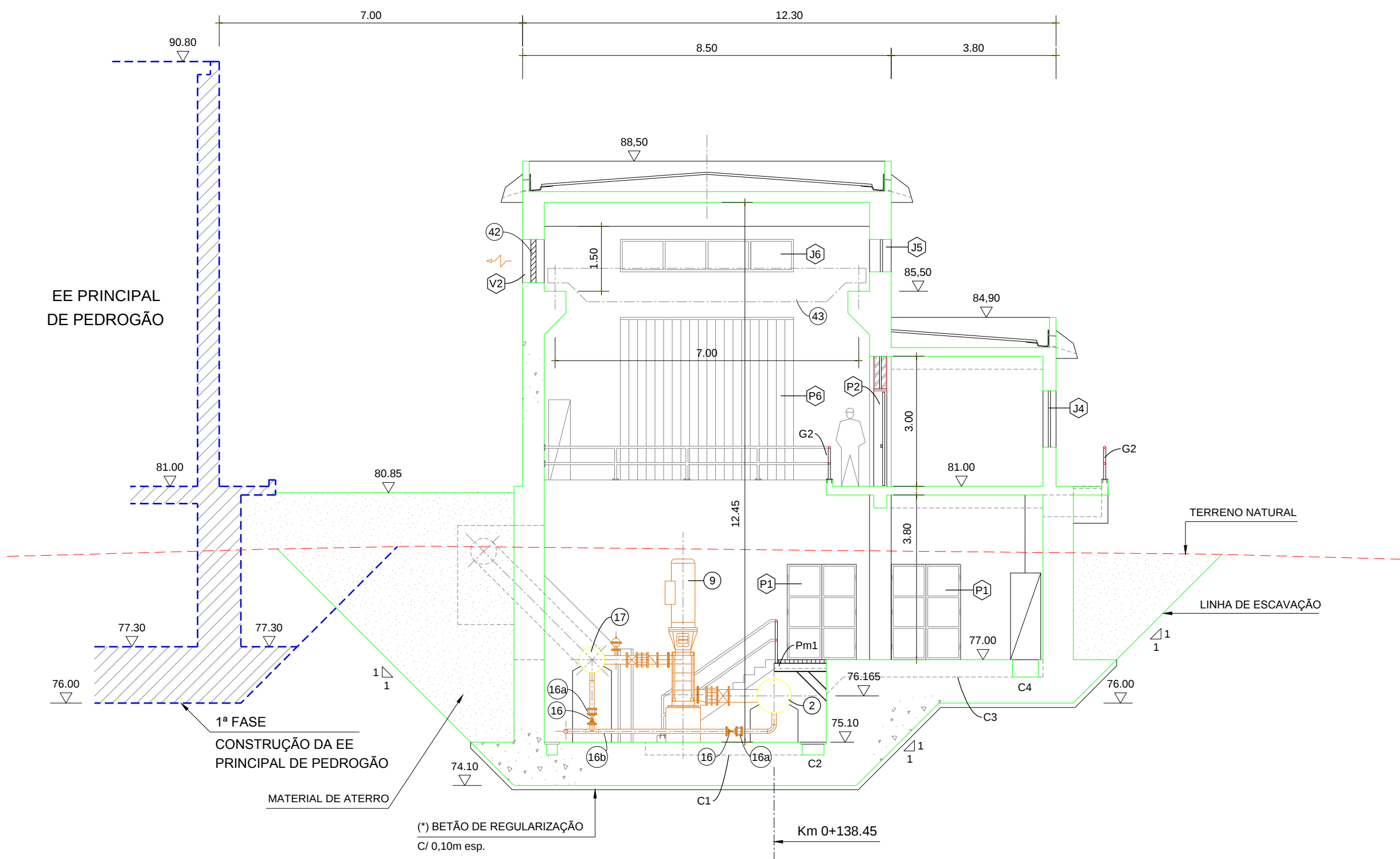
data:

escala:

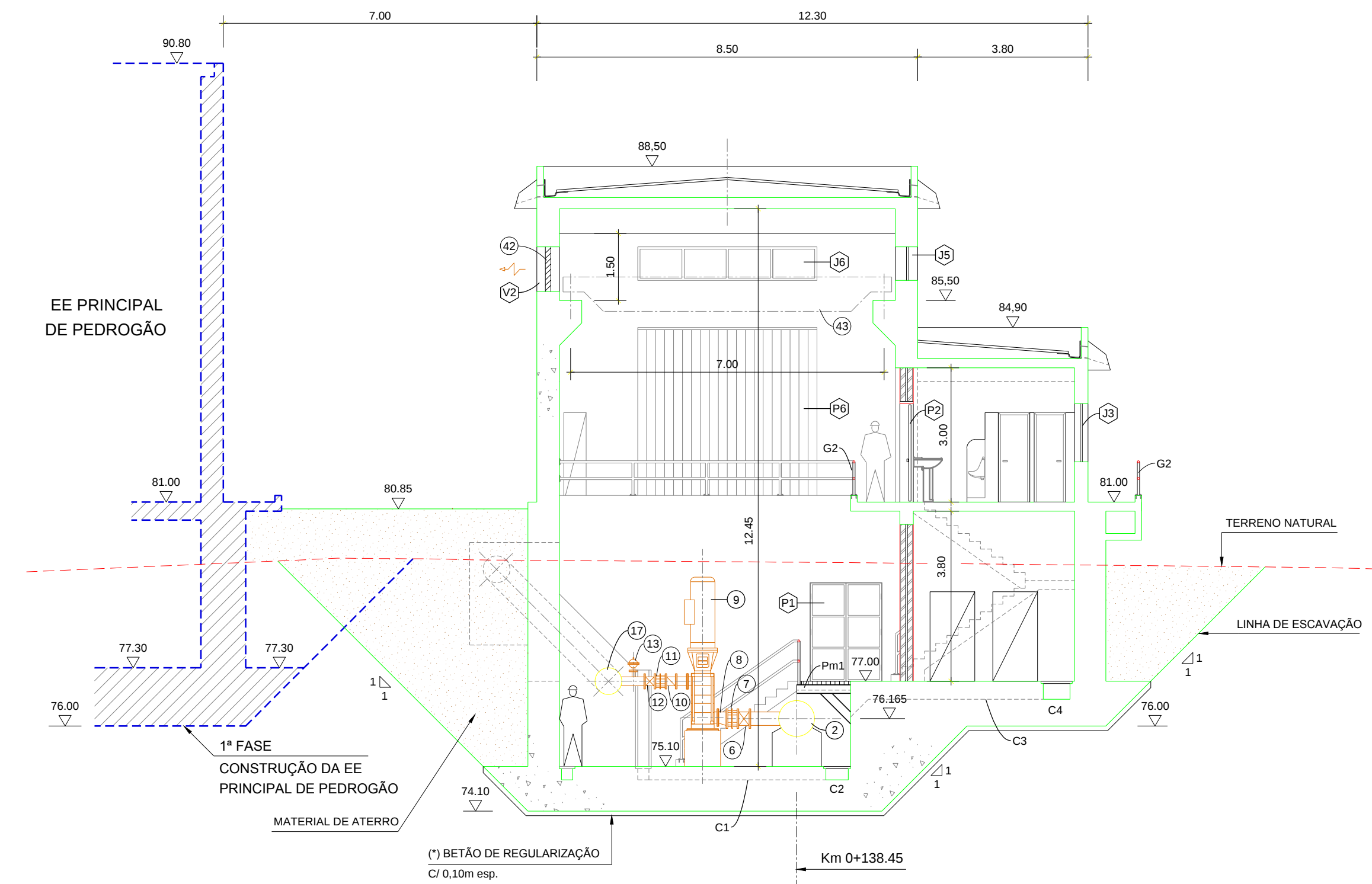
des. nº

11

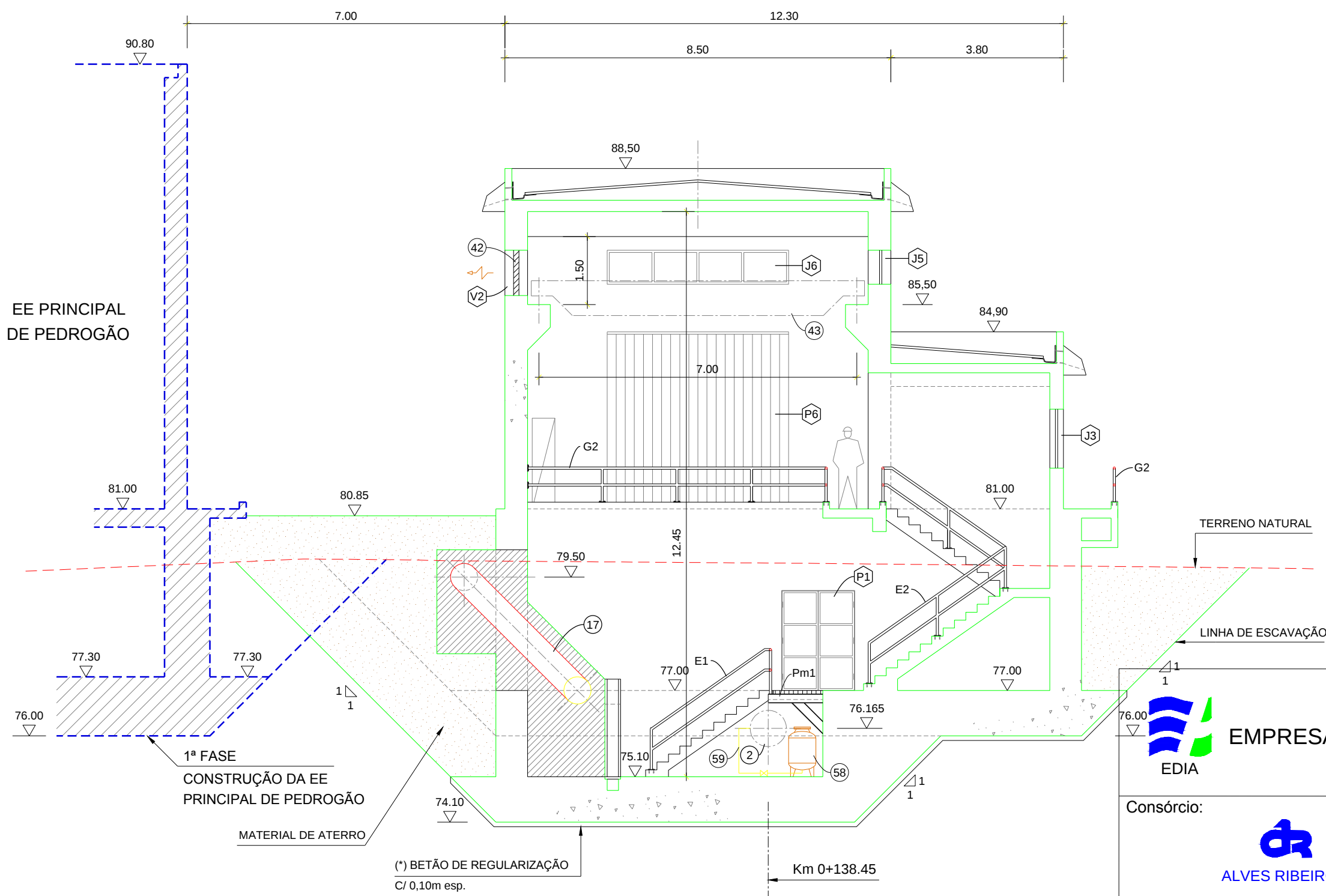
TELAS FINAIS



CORTE 5-5
(Descargas de Fundo das Condutas Gerais de Aspiração e Compressão)
Esc. 1:100



CORTE 6-6
(Grupos)
Esc. 1:100



CORTE 7-7
(Acessos aos Pisos)
Esc. 1:100

LEGENDA :

- FASE DE CONSTRUÇÃO DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO
- BETÃO 1ª FASE
- BETÃO 2ª FASE
- PAREDE DUPLA EM ALVENARIA DE TIJOLO COM ISOLAMENTO ACÚSTICO esp.0,30m
- PAREDE SIMPLES EM ALVENARIA DE TIJOLO esp.0,15m
- MATERIAL DE ATERRO

NAS ZONAS DE ESCAVAÇÃO INDICADAS POR (*) EXECUTAR UMA DECAPAGEM ADICIONAL DE ~ 0,10m PARA COLOCAÇÃO DE BETÃO DE REGULARIZAÇÃO

SIMBOLOGIA :

- EQUIPAMENTOS
- VÃOS
- C1 / G1 / E1 / Pm1 - SERRALHARIAS

NOTAS :

- GRUPOS A INSTALAR NA 1ª FASE (G1, G2 E G3)
- GRUPOS A INSTALAR NA 2ª FASE (G4, G5 E G6)
- JUNTAS CEGAS A INSTALAR NA 1ª FASE NOS GRUPOS G4, G5 E G6

(GERAL) - Continuação

- 55 - MEDIDOR DE PRESSÃO
- 56 - TUBO EM AÇO, DN 300, FLANGE / PONTA LISA
- 57 - TUBO PEAD, DN 300, PN4, INCLUINDO STUBEND NAS DUAS EXTREMIDADES
- 58 - CENTRAL HIDROPNEUMÁTICA
- 59 - TUBO EM AÇO, DN 1 1/2"
- 60 - JUNTA FLEXÍVEL DN 900

LISTA DE EQUIPAMENTOS :

(ASPIRAÇÃO)

- 1 - CONDOTA GERAL DE ASPIRAÇÃO DN 3300 COMUM COM A DE PEDRÓGÃO PRINCIPAL
- 2 - (A INSTALAR NA EMPREITADA DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO) CONDOTA GERAL DE ASPIRAÇÃO (CGA) DN 800
- 3 - VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 800
- 4 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 800
- 5 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 200
- 6 - VÁLVULA DE CUNHA ELÁSTICA MANUAL FLANGEADA DN 300
- 7 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 300
- 8 - CONE EXCÊNTRICO FLANGEADO DN 300/250

(COMPRESSÃO)

- 9 - GRUPO ELECTROBOMBA MULTICELULAR VERTICAL P=200 Kw
- 10 - VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- 11 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 200
- 12 - VÁLVULA BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO DN 200
- 13 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- 14 - CONDOTA DE BYPASS ASPIRAÇÃO-COMPRESSÃO DN 200
- 15 - VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- 16 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 100
- 16a - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 100
- 16b - CONDOTA DE DESCARGA DN 100
- 17 - CONDOTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 600

(GERAL)

- 18 - ARREFECEDOR EVAPORATIVO DE 40 000 M3/H
- 19 - CONDOTA DE AR COM GRELHAS E REGISTOS
- 20 - APARELHO DE AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 3 TR
- 21 - BOMBA DE CALOR TIPO SPLIT COM UMA CAPACIDADE FRIGORÍGENA DE 3250 KCAL/H
- 22 - FILTRO AUTOMÁTICO DN 500
- 23 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- 24 - VÁLVULA DE PURGA DO FILTRO AUTOMÁTICO
- 25 - CONDOTA DE DRENAGEM DN 200
- 26 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 200
- 27 - CONDOTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 900
- 28 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 450
- 29 - VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 450
- 30 - RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO (RH) (V=50 m3)
- 31 - BARRILETE DN 200 PARA A INSTRUMENTAÇÃO ASSOCIADA AOS RHs
- 32 - COMPRESSOR DE AR TIPO PARAFUSO COM FAD=38,2 m3/h a 10 bar
- 33 - RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO V=1,1 m3 E TIMBRE DE 10 bar
- 34 - TUBAGEM DE AR COMPRIMIDO EM FERRO PRETO SOLDADA DE DIÂMETRO = 1"
- 35 - VÁLVULA DE SEGURANÇA DO RH
- 36 - CONDOTA DE LIGAÇÃO DN 100 ENTRE RHs E BARRILETE
- 37 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 65
- 38 - ADAPTADOR BOCA FLANGE DN 65
- 39 - CONDOTA DE DRENAGEM DN 100
- 40 - VÁLVULA DE CUNHA DN 100
- 41 - ENTRADA DE HOMEM PADRÃO DN 600
- 42 - GRELHA DE EXTERIOR COM REDE ANTIPÁSSAROS
- 43 - PONTE ROLANTE MONOVIGA DE 3,2 t DE CAPACIDADE
- 44 - JUNTA FLEXÍVEL DN 600
- 45 - ELECTROVÁLVULA DE 1"
- 46 - MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASSÔNICO DN 900
- 47 - VÁLVULA DE CORTE GERAL TIPO BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO FLANGEADA DN 900
- 48 - CONDOTA EM FFD, DN 900, PONTA LISA / FLANGE (L = 3,50 m)
- 49 - CONDOTA EM AÇO DE LIGAÇÃO AO RH, DN 450
- 50 - CONDOTA EM AÇO, DN 500, FLANGEADA
- 51 - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 500
- 52 - VÁLVULA DE BORBOLETA COM ACTUADOR MANUAL, DN 500
- 53 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA, INCLUINDO TUBAGEM DE LIGAÇÃO, DN 100
- 54 - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 900



EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA, S.A.

Consórcio:



ALVES RIBEIRO, S.A.



OLIVEIRAS, S.A.



CHUPAS E MORRÃO

TELAS FINAIS

REDE SECUNDÁRIA DE REGA - SUB-BLOCO PEDRÓGÃO 1

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PEDRÓGÃO 1

EQUIPAMENTOS E ARQUITECTURA

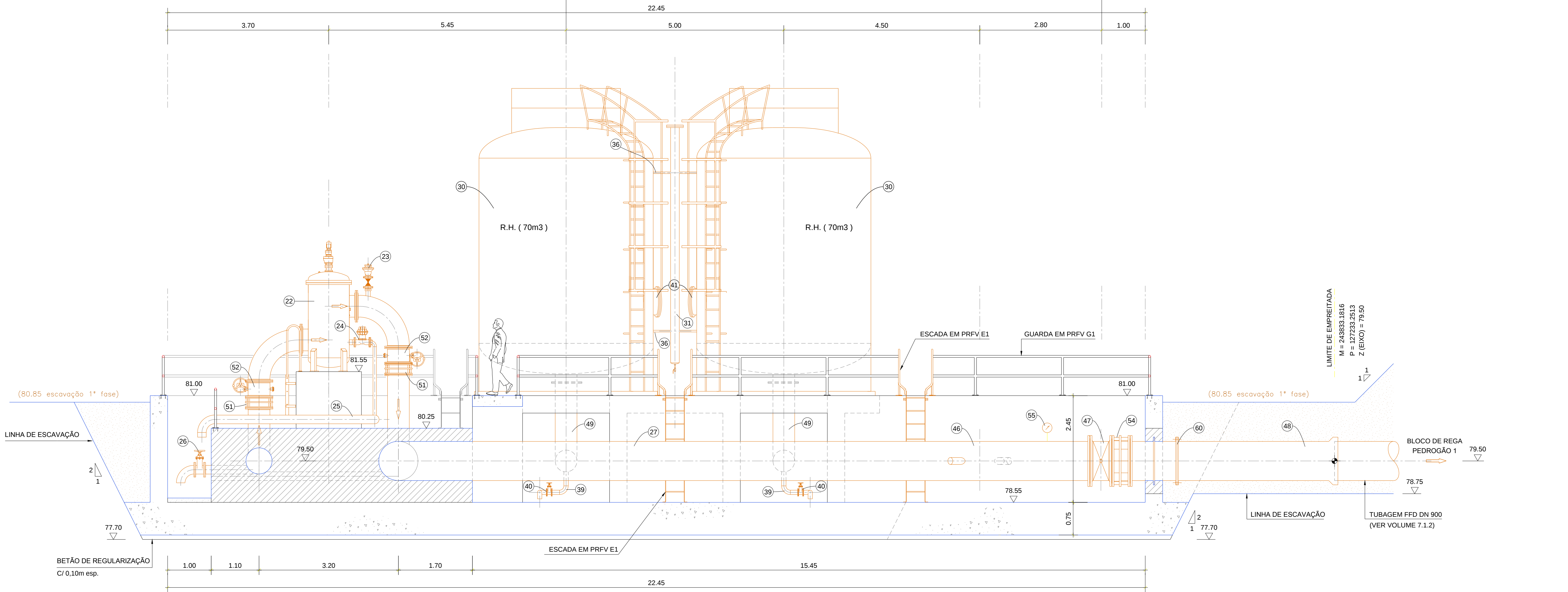
CORTES 5-5, 6-6 E 7-7

Folha 111

proj.		data:	Julho de 2012	des. nº
des.		escala:	H = 1:2000 V = 1:200	
verif.				
aprov.				

13

 EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA, S.A.													
Consórcio:  ALVES RIBEIRO, S.A.			REDE SECUNDÁRIA DE REGA - SUB-BLOCO PEDRÓGÃO 1										
 OLIVEIRAS, S.A. ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO			ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PEDROGÃO 1 RESERV. HIDROPNEUMÁTICOS - EQUIPAMENTO PLANTA E CORTE 1-1										
 CHUPAS E MORRAO ENGENHARIA DE PROJETOS E OBRAS			Folha 1 / 1										
TELAS FINAIS			proj.		data:	Julho de 2012	des. nº	16					
			des.		escala:	H = 1:2000 V = 1:200							
			verif.										
			aprov.										



CORTA 2-2
Esc. 1:50

- LEGENDA :
- BETÃO 1ª FASE
 - BETÃO 2ª FASE
 - MATERIAL DE ATERRO

LISTA DE EQUIPAMENTOS :

(ASPIRAÇÃO)

- 1 - CONDUTA GERAL DE ASPIRAÇÃO DN 3300 COMUM COM A DE PEDRÓGÃO PRINCIPAL
- 2 - (A INSTALAR NA EMPREITADA DA EE PRINCIPAL DE PEDRÓGÃO) CONDUTA GERAL DE ASPIRAÇÃO (CGA) DN 800
- 3 - VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 800
- 4 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 800
- 5 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 200
- 6 - VÁLVULA DE CUNHA ELÁSTICA MANUAL FLANGEADA DN 300
- 7 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 300
- 8 - CONE EXCÊNTRICO FLANGEADO DN 300/250

(COMPRESSÃO)

- 9 - GRUPO ELECTROBOMBA MULTICELULAR VERTICAL P=200 Kw
- 10 - VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- 11 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 200
- 12 - VÁLVULA BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO DN 200
- 13 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- 14 - CONDUTA DE BYPASS ASPIRAÇÃO-COMPRESSÃO DN 200
- 15 - VÁLVULA BORBOLETA COM CONTRAPESO E AMORTECEDOR FLANGEADA DN 200
- 16 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 100
- 16a - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 100
- 16b - CONDUTA DE DESCARGA DN 100
- 17 - CONDUTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 600

(GERAL)

- 18 - ARREFECEDOR EVAPORATIVO DE 40 000 M3/H
- 19 - CONDUTA DE AR COM GRELHAS E REGISTOS
- 20 - APARELHO DE AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 3 TR
- 21 - BOMBA DE CALOR TIPO SPLIT COM UMA CAPACIDADE FRIGORÍGENA DE 3250 KCAU/H
- 22 - FILTRO AUTOMÁTICO DN 500
- 23 - VENTOSA DE DUPLO EFEITO E TRIPLA FUNÇÃO DN 65
- 24 - VÁLVULA DE PURGA DO FILTRO AUTOMÁTICO
- 25 - CONDUTA DE DRENAGEM DN 200
- 26 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 200
- 27 - CONDUTA GERAL DE COMPRESSÃO (CGC) DN 900
- 28 - JUNTA DE DESMONTAGEM AUTOTRAVADA DN 450
- 29 - VÁLVULA BORBOLETA MANUAL DN 450
- 30 - RESERVATÓRIO HIDROPNEUMÁTICO (RH) (V=70 m³)
- 31 - BARRILETE DN 200 PARA A INSTRUMENTAÇÃO ASSOCIADA AOS RHs
- 32 - COMPRESSOR DE AR TIPO PARAFUSO COM FAD=38,2 m³/h a 10 bar
- 33 - RESERVATÓRIO DE AR COMPRIMIDO V=1,1 m³ E TIMBRE DE 10 bar
- 34 - TUBAGEM DE AR COMPRIMIDO EM FERRO PRETO SOLDADA DE DIÂMETRO = 1"
- 35 - VÁLVULA DE SEGURANÇA DO RH
- 36 - CONDUTA DE LIGAÇÃO DN 100 ENTRE RHs E BARRILETE
- 37 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA DN 65
- 38 - ADAPTADOR BOCA FLANGE DN 65

- 39 - CONDUTA DE DRENAGEM DN 100
- 40 - VÁLVULA DE CUNHA DN 100
- 41 - ENTRADA DE HOMEM PADRÃO DN 600
- 42 - GRELHA DE EXTERIOR COM REDE ANTIPÁSSAROS
- 43 - PONTE ROLANTE MONOVIGA DE 3,2 t DE CAPACIDADE
- 44 - JUNTA FLEXÍVEL DN 600
- 45 - ELECTROVÁLVULA DE 1"
- 46 - MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASSÓNICO DN 900
- 47 - VÁLVULA DE CORTE GERAL TIPO BORBOLETA COM ACTUADOR ELÉCTRICO FLANGEADA DN 900
- 48 - CONDUTA EM FFD, DN 900, BOCA / PONTA LISA (L = 3,50 m)
- 49 - CONDUTA EM AÇO DE LIGAÇÃO AO RH, DN 450
- 50 - CONDUTA EM AÇO, DN 500, FLANGEADA
- 51 - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 500
- 52 - VÁLVULA DE BORBOLETA COM ACTUADOR MANUAL, DN 500
- 53 - VÁLVULA DE CUNHA FLANGEADA, INCLUINDO TUBAGEM DE LIGAÇÃO, DN 100
- 54 - JUNTA DE DESMONTAGEM DN 900
- 55 - MEDIDOR DE PRESSÃO
- 56 - TUBO EM AÇO, DN 300, FLANGE / PONTA LISA
- 57 - TUBO PEAD, DN 300, PM4, INCLUINDO STUBEND NAS DUAS EXTREMIDADES
- 58 - CENTRAL HIDROPNEUMÁTICA
- 59 - TUBO EM AÇO, DN 1 1/2"
- 60 - JUNTA FLEXÍVEL DN 900

EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA, S.A.
EDIA

Consórcio:

ALVES RIBEIRO, S.A.

OLIVEIRAS, S.A.

CHUPAS E MORRAO, S.A.

REDE SECUNDÁRIA DE REGA - SUB-BLOCO PEDRÓGÃO 1

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE PEDRÓGÃO 1
RESERV. HIDROPNEUMÁTICOS - EQUIPAMENTO
CORTA 2-2

proj. des. verif. aprov.

data: Julho de 2012
escala: H = 1:2000
V = 1:200

des. nº 17

TELAS FINAIS

Folha 111