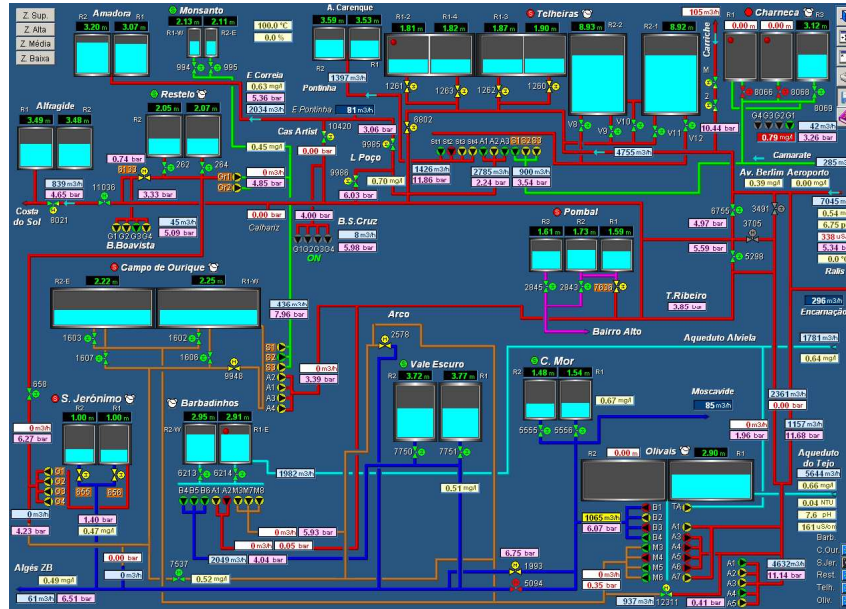




ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Evolução do Sistema de Telegestão da Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.

HELENA ISABEL OLIVEIRA DO VAL
Licenciada em Engenharia Civil

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de Especialização de Hidráulica

Orientador:

Mestre Alexandre Almeida Mendes Borga

Júri:

Presidente:

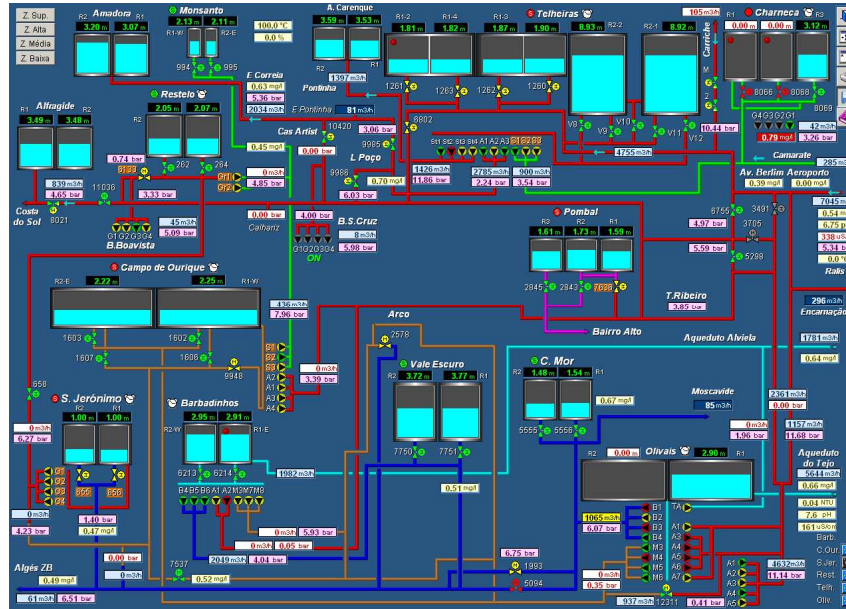
Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Licenciado Luís Filipe de Almeida Mendes

Mestre Alexandre Almeida Mendes Borga

Janeiro de 2013



Evolução do Sistema de Telegestão da Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.

HELENA ISABEL OLIVEIRA DO VAL
Licenciada em Engenharia Civil

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área de Especialização de Hidráulica

Orientador:

Mestre Alexandre Almeida Mendes Borga

Júri:

Presidente:

Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Licenciado Luís Filipe de Almeida Mendes

Mestre Alexandre Almeida Mendes Borga

Janeiro de 2013



RESUMO

O sistema de telegestão é uma ferramenta que permite a gestão, em tempo real, de todo o sistema de abastecimento da Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL). Esta gestão pode ser conseguida desde a captação da água até à sua entrega ao cliente final, através dos meios de monitorização necessários às operações de comando que permitem controlar e manobrar à distância os acessórios do sistema (estações elevatórias, reservatórios, válvulas,...).

A presente dissertação visa a divulgação e compilação de elementos fundamentais para a otimização das potencialidades que a telegestão oferece, abordando assim, dada a sua especificidade, um tema pouco divulgado mas de extrema importância a quem trabalha ou pretende trabalhar numa entidade gestora similar.

Assim, a dissertação é constituída por seis capítulos que compreendem a caracterização do sistema de adução, transporte e distribuição da EPAL, a abordagem genérica das ferramentas de suporte à exploração do sistema, uma resenha histórica do sistema de telegestão na EPAL, bem como informações referentes ao atual sistema de telegestão, nomeadamente a sua arquitetura, principais funcionalidades, tais como o controlo de órgãos de manobra à distância e análise de parâmetros de qualidade em tempo real. Finalmente, apresentam-se algumas conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

Pretende-se assim que o presente documento contribua para uma aglutinação de informações relativas aos sistemas de telegestão para abastecimento de água, respetivas vantagens aliadas às suas funcionalidades, bem como a identificação de fragilidades do sistema que poderão ser aperfeiçoadas ou mesmo eliminadas.

Palavras chave: telegestão, sistema de abastecimento, EPAL, centro de comando, entidade gestora



ABSTRACT

The Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) system is used to manage in real time the water supply system in a utility such as Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. (EPAL). This can be done by monitoring the whole system from water sources to the customer. All the operations done at the command centre allow remote control to EPAL's facilities (pumping stations, reservoirs, valve actuation...) in the water supply system.

The aim of this thesis is to contribute to compile and disseminate some key elements in order to optimize the potential that a remote control management system can offer. As information about SCADA system is lacking, this document can be also useful to someone that works or wants to work in a utility.

This document contains six chapters, including the characterization of the production, transport and distribution water supply system, a generic approach of valuable software used to manage the system, an historical review of remote control systems used prior to the current software, as well as relevant information about SCADA system, its design and functionalities like controlling hydraulic devices or quality parameters in real time. Finally, there are presented some conclusions and recommendations for future work.

It is expected that this thesis will contribute to gather all the significant information about SCADA system, as well as its advantages and its possible weaknesses that can be readjusted or even eradicated.

Key-words: SCADA, water supply system, EPAL, command centre; utility



AGRADECIMENTOS

Na realização desta dissertação, muito contribuíram algumas pessoas, quer pelo apoio e incentivo, quer também pela partilha de conhecimentos, às quais gostaria de deixar uma palavra de profundo agradecimento.

Ao meu orientador, Mestre Alexandre Borga pela disponibilidade, sugestões e por ser o excelente professor que é.

Ao Engenheiro Armando Martins pela forma incessante como se dedica aos seus alunos e por ser uma pessoa admirável.

À EPAL, pela disponibilização de dados e por me ter proporcionado todas as condições e meios essenciais para a realização deste documento.

Ao Engenheiro Mário Maria por todo o apoio, compreensão, disponibilidade e infinita paciência.

Obrigada a todos os meus colegas da Direção de Operações da EPAL pelo apoio, carinho e pelo convívio e ambiente tranquilo com que me brindaram ao longo destes meses de trabalho.

Aos operadores do Centro de Comando, que sempre me ajudaram com um sorriso nos lábios, e ao Senhor Pinheiro da Costa que tanto me apoiou nos meus primeiros contactos com o sistema de telegestão.

Agradeço ao meu caro colega Vítor Santos, pelo espírito crítico, pela transmissão de valiosas informações e por toda a disponibilidade manifestada.

Ao Luís Marçal por toda a ajuda, força e amizade.

Ao Daniel Barros pelo precioso apoio na investigação de documentos do arquivo histórico.

Ao Engenheiro Pedro Clemente dos Reis pela simpatia e disponibilidade na transmissão de conhecimentos.

A todos os colegas do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa por todo o espírito de entreatajuda e pelo convívio nas longas noites de trabalho.

Ao Pedro Oliveira por toda a documentação e ajuda.



Agradeço aos meus Amigos pelos incansáveis incentivos e palavras de apoio nas alturas mais difíceis, principalmente aos meus queridos João Tiago, amigo, companheiro de luta e de insónias (desde o primeiro passo), à Paula Costa pela inspiração diária, à Raquel pela amizade, ao Sandro pela luz, à Mó e a toda a famosa “Turma do Chá” pela alegria contagiante e vontade frenética de caminhar e beber chá.

Ao João por tudo.

Aos meus irmãos, em especial à Fernanda, ao Vasco por ser a pessoa maravilhosa que é. À Florbela pela força e boa disposição.

Às minhas sobrinhas Alexandra e Cláudia por me desculparem a ausência das suas vidas adolescentes.

Aos meus tios Bela e Carlos e aos meus padrinhos Helena e Henrique por todo o carinho e pela compreensão demonstrada pelo meu afastamento.

Por fim, agradeço, aos meus pais, António e São, por me terem dado o privilégio de ser filha deles. Por tudo... Obrigada!



ÍNDICE DE TEXTO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS.....	2
1.3. METODOLOGIAS E ESTRUTURA	2
2. CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA EPAL	5
2.1. NOTA INTRODUTÓRIA	5
2.2. ORIGENS DA ÁGUA.....	6
2.2.1. Captações Superficiais	7
2.2.2. Captações Subterrâneas	11
2.3. TRATAMENTO DA ÁGUA.....	14
2.3.1. Tratamento de Água Superficial	14
2.3.1.1. Fábrica da Asseiceira.....	14
2.3.1.2. Fábrica de Vale da Pedra	16
2.3.2. Tratamento de Água Subterrânea.....	18
2.4. INSTALAÇÕES OPERACIONAIS	21
2.4.1. Estações Elevatórias.....	21
2.4.2. Postos de Cloragem.....	24
2.4.3. Reservatórios.....	26
2.5. REDE DE ADUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO.....	28
2.5.1. Rede de Adução	28
2.5.1.1. Subsistema Castelo do Bode	29
2.5.1.2. Subsistema Tejo	30
2.5.1.3. Subsistema Alviela.....	31
2.5.1.4. Subsistema Circunvalação.....	32
2.5.1.5. Subsistema Vila Franca de Xira - Telheiras.....	33
2.5.2. Rede de Distribuição.....	34
2.5.2.1. Zonas Altimétricas e suas Características	36
2.5.2.2. Zonas de Monitorização e Controlo	38
3. FERRAMENTAS DE SUPORTE À EXPLORAÇÃO DO SISTEMA	39
3.1. SISTEMA DE TELEGESTÃO	40
3.2. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG	41



3.3.	AQUAMATRIX.....	43
3.4.	MAXIMO.....	44
3.5.	INTEGRAÇÃO, MONITORIZAÇÃO E CONTROLO – IMC.....	45
3.6.	PORTAL DE GESTÃO DE ATIVOS – INFORMAÇÃO	46
3.7.	LABORATORY INFORMATION MANAGMENT - LIMS	47
4.	HISTÓRICO DA TELEGESTÃO NA EPAL	49
4.1.	NOTA INTRODUTÓRIA	49
4.2.	SISTEMA PILOTO DE TELEGESTÃO.....	50
4.3.	SISTEMA SCATE X.....	53
4.3.1.	Projeto da Compagnie Générale Des Eaux	54
4.3.1.1.	Arquitetura do Sistema de Telegestão	54
4.3.1.2.	Constituição da Empreitada.....	55
4.3.1.3.	Centros de Comando	56
5.	SISTEMA DE TELEGESTÃO DA EPAL.....	61
5.1.	NOTA INTRODUTÓRIA	61
5.2.	INSTRUMENTAÇÃO	62
5.3.	AUTOMAÇÃO.....	63
5.4.	REDE DE COMUNICAÇÕES	64
5.5.	VISUALIZAÇÃO DO SISTEMA (SCADA HMI).....	68
5.5.1.	Arquitetura do Sistema	68
5.5.2.	Funcionalidades	72
5.5.2.1.	Visualização e Controlo.....	72
5.5.2.1.1.	Alarmística	78
5.5.2.1.2.	Parâmetros da Qualidade.....	80
5.5.2.1.3.	Gestão Energética.....	84
5.5.2.1.4.	Automatismo Antissísmico	86
5.5.2.2.	Gestão de Histórico	86
5.5.2.2.1.	Registo de Ocorrências.....	86
5.5.2.2.2.	Relatórios	87
5.5.2.2.3.	Gráficos	88
5.5.2.3.	Configuração de Níveis de Acesso.....	89
5.5.2.4.	Disponibilização de Informação Para Outras Aplicações	90
5.5.3.	Disaster Recovery	91



6. CONCLUSÕES	93
6.1. CONCLUSÕES DO TRABALHO.....	93
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS.....	I
ANEXO I – ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DA EPAL.....	III
ANEXO II – CARATERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS DA EPAL.....	VII
ANEXO III – ESQUEMA DO SUBSISTEMA MÉDIO TEJO E MEIA VIA	XI
ANEXO IV – CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS ALTIMÉTRICAS DE LISBOA	XV
ANEXO V – ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO (1988).....	XXIII

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1 – CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE CASTELO DO BODE.....	7
FIGURA 2-2 – CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE VALADA TEJO	9
FIGURA 2-3 – SINÓTICO DA TELEGESTÃO DA ETA DA ASSEICEIRA	16
FIGURA 2-4 – SINÓTICO DA TELEGESTÃO DA ETA DE VALE DA PEDRA.....	17
FIGURA 2-5 – SINÓTICO DA TELEGESTÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE VILA FRIA	24
FIGURA 2-6 – SINÓTICO DA TELEGESTÃO DO POSTO DE CLORAGEM DE CAMPO DE OURIQUE ..	26
FIGURA 2-7 – SINÓTICO DA TELEGESTÃO DO RESERVATÓRIO DE TELHEIRAS	27
FIGURA 2-8 – PRINCIPAIS ADUTORES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	28
FIGURA 2-9 – GARANTIA DE PRESSÃO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO EM LISBOA.....	35
FIGURA 2-10 – REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CIDADE DE LISBOA COM LOCALIZAÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS DE ÁGUA E INSTALAÇÕES OPERACIONAIS.....	36
FIGURA 2-11 – PATAMARES ALTIMÉTRICOS DA CIDADE DE LISBOA	37
FIGURA 2-12 – DIAGRAMA ALTIMÉTRICO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE LISBOA	38
FIGURA 3-1 – ESQUEMA DA INTERLIGAÇÃO DOS VÁRIOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA A GESTÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO	39
FIGURA 3-2 – SINÓTICO DA REDE DE ADUÇÃO E TRANSPORTE.....	41
FIGURA 3-3 – EXEMPLO DO CADASTRO DA REDE DE ADUÇÃO	42
FIGURA 3-4 – EXEMPLO DO CADASTRO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CIDADE DE LISBOA SEM E COM ORTOFOTOMAPA	43
FIGURA 3-5 – AQUAMATRIX	44
FIGURA 3-6 – APARÊNCIA DO IMC	45
FIGURA 3-7 – ESTRUTURA DO SITE DA INTRANET “GESTÃO DE ATIVOS – INFORMAÇÃO”	46
FIGURA 3-8 – ASPETO DO LIMS	47
FIGURA 4-1 – SINÓTICO DO RESERVATÓRIO DE CAMPO DE OURIQUE	57
FIGURA 4-2 – SINÓTICO DE NÍVEIS DOS RESERVATÓRIOS	57



FIGURA 4-3 – SINÓTICO DE GRÁFICO	58
FIGURA 4-4 – SINÓTICO DE CAUDAIS EM CONDUTAS.....	58
FIGURA 4-5 – SINÓTICO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DOS OLIVAIS - ZONA BAIXA.....	59
FIGURA 5-1 – ESQUEMA DA ARQUITETURA DA TELEGESTÃO NA EPAL	70
FIGURA 5-2 – ESQUEMA GENÉRICO DO SISTEMA DE TELECOMANDO.....	72
FIGURA 5-3 – SINÓTICO DE PRODUÇÃO.....	73
FIGURA 5-4 – SINÓTICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	74
FIGURA 5-5 – SINÓTICO DA REDE DE LISBOA.....	74
FIGURA 5-6 – SINÓTICO DO POSTO DE CLORAGEM DE ALHANDRA – LINHA 1.....	75
FIGURA 5-7 – SINÓTICO DA EE DE VILA FRANCA DE XIRA	75
FIGURA 5-8 – SINÓTICO DO RESERVATÓRIO DA AMADORA	76
FIGURA 5-9 – SINÓTICO COM O ESQUEMA ELÉTRICO DE VILA FRANCA DE XIRA.....	77
FIGURA 5-10 – SINÓTICO DE FILTRO DA ETA DA ASSEICEIRA	78
FIGURA 5-11 – SINÓTICO DE ALARMES.....	79
FIGURA 5-12 – SINÓTICO DE TRATAMENTO DO SISTEMA DE ADUÇÃO	81
FIGURA 5-13 – SINÓTICO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE NA ETA DE VALE DA PEDRA	84
FIGURA 5-14 – SINÓTICO DA TABELA DE CONSIGNAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO RESTELO	85
FIGURA 5-15 – RESERVATÓRIO DA REDE DE LISBOA COM DISPOSITIVO ANTISSÍSMICO.....	86
FIGURA 5-16 – EXCERTO DE RELATÓRIO “MOVIMENTO DE VOLUMES DOS ADUTORES”	88
FIGURA 5-17 – SINÓTICO DE GRÁFICO DE TENDÊNCIA.....	89

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 2.1 – ALBUFEIRA DO CASTELO DO BODE.....	8
FOTO 2.2 – MASTROS OSCILANTES DE CAPTAÇÃO EM VALADA TEJO.....	10
FOTO 2.3 – CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA DE OLHOS DE ÁGUA	13
FOTO 2.4 – VISTA GERAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA ASSEICEIRA.....	15
FOTO 2.5 – SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR ULTRAVIOLETA NO RECINTO DE OLHOS DE ÁGUA.....	20
FOTO 4.1 – SISTEMA PILOTO DE TELEGESTÃO	50
FOTO 4.2 – VISTA GERAL DO CENTRO DE COMANDO DE LISBOA.....	51
FOTO 4.3 – OPERADOR DO SISTEMA PILOTO DE TELEGESTÃO.....	52
FOTO 4.4 – CONFIRMAÇÃO DOS NÍVEIS DOS RESERVATÓRIOS	52
FOTO 4.5 – EDIFÍCIO DO CENTRO DE COMANDO NO RECINTO DO ARCO	56
FOTO 5.1 – QUADRO DO AUTÓMATO DO POSTO DE CLORAGEM DE ALHANDRA	63
FOTO 5.2 – EQUIPAMENTO ATIVO DE REDE	66
FOTO 5.3 – ANTENA DE RÁDIO EXISTENTE NO RECINTO DAS NASCENTES DE OLHOS DE ÁGUA	67
FOTO 5.4 – ANTENA DE RÁDIO EXISTENTE NO G3 DAS CAPTAÇÕES DAS LEZÍRIAS II.....	68
FOTO 5.5 – I/O SERVERS E SERVIDORES APLICACIONAIS DO CITECT SCADA	71
FOTO 5.6 – QUADRO DE ANALISADORES.....	81



ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DO SISTEMA DE ADUÇÃO DA EPAL	22
QUADRO 2.2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE LISBOA	23
QUADRO 2.3 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES SOBREPRESSORAS DA EPAL	23





LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

EE – Estação Elevatória

EG – Entidade Gestora

EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres

ETA – Estação de Tratamento de Água

FTP – *File Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Ficheiro)

HMI – *Human Machine Interface* (Interface Homem-Máquina)

HTTP – *Hypertext Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Hipertexto)

iMC – Integração, Monitorização e Controlo

IP – *Internet Protocol* (Protocolo de Internet)

LIMS – *Laboratory Information Management* (Sistema de Gestão de Informação Laboratorial)

LZ – Válvula de Ligação de Zonas

PC – Posto de Cloragem

PLC – *Programmable Logic Controller* (Controlador Lógico Programável)

PSA – Plano de Segurança da Água

SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition* (Supervisão, Controlo e Aquisição de Dados)

SIG – Sistema de Informação Geográfica

TCP – *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Controlo de Transmissão)

UV - Ultravioleta

ZMC – Zona de Monitorização e Controlo

ZMT – Zona de Monitorização e Transporte





1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A água, essencial à vida, é cada vez mais um bem escasso que todos temos a obrigação de preservar. Nesse intuito torna-se imprescindível garantir uma correta gestão do consumo da água de modo a minimizar o impacto que a utilização deste recurso tem na Natureza e na vida humana.

A implementação de tecnologias que visam a eficiente gestão dos recursos hídricos do nosso planeta torna-se assim cada vez mais usual e necessária.

Pela sua vasta experiência, aliada à utilização de tecnologias modernas, a EPAL desempenha um papel fulcral no desenvolvimento do setor da água em Portugal sendo detentora da mais complexa estrutura de produção e distribuição e pioneira na utilização de *software* adequado para a sua gestão.

Neste sentido, a telegestão assume-se como uma ferramenta de excelência permitindo o controlo, à distância e em tempo real, de todo o sistema de abastecimento.

Este programa foi implementado na EPAL em 1995, embora tenha sido precedido por um sistema piloto de telegestão que operou entre 1986 e 1995, o qual estava limitado apenas a alguns dados que, numa fase experimental, eram confirmados por operadores no terreno.

Pela importância que a telegestão assume actualmente, em qualquer entidade gestora, torna-se importante a abordagem deste tema, embora no presente estudo, de uma forma directamente relacionada com o abastecimento de água para consumo humano.



1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS

O presente documento incide sobre o estudo do sistema de telegestão da EPAL, em particular as principais funcionalidades aliadas às vantagens da sua utilização.

O objetivo principal desta dissertação consiste na reunião de informação ainda pouco divulgada mas essencial a quem começa uma carreira numa *utility* cuja exploração do sistema se processe através de telegestão.

Com este documento será também possível compreender a principal atividade da EPAL: produzir, transportar e distribuir água destinada ao consumo humano.

1.3. METODOLOGIAS E ESTRUTURA

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos.

No capítulo introdutório (Capítulo 1) é apresentado o enquadramento da dissertação, são enumerados os seus objectivos e é apresentada a estrutura escolhida para o desenvolvimento do tema.

No Capítulo 2 é caracterizado o sistema de abastecimento da EPAL, possibilitando os conhecimentos básicos necessários para melhor compreender a operação do sistema à distância.

Seguidamente, no Capítulo 3, é feita uma breve abordagem às aplicações informáticas utilizadas na EPAL para a gestão do sistema de abastecimento, entre as quais se inclui o sistema de telegestão utilizado, o SCADA.

No Capítulo 4 é apresentada uma sucinta resenha histórica dos sistemas de telegestão utilizados anteriormente.

Em seguida, no Capítulo 5, descreve-se o sistema de telegestão, abordando primeiramente os meios auxiliares de um sistema de controlo remoto, como a instrumentação, a automação e a rede de comunicações. Faz-se ainda uma descrição



das funcionalidades do *software* que visam a operação e gestão do sistema de abastecimento.

Finalmente, o Capítulo 6 é dedicado à análise do trabalho, às conclusões gerais do estudo e sugestões para futuros desenvolvimentos.





2. CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA EPAL

2.1. NOTA INTRODUTÓRIA

A EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. é a entidade gestora responsável pela distribuição e abastecimento de água para consumo humano na sua área de concessão.

O sistema de abastecimento da EPAL desenvolve-se ao longo de mais de 2 100 km [www.epal.pt], desde a albufeira de Castelo do Bode até Lisboa e concelhos limítrofes.

Atualmente a EPAL abastece cerca de 2,9 milhões de pessoas [Relatório de Sustentabilidade, 2009] em 35 municípios, numa área total abastecida de 6 564 km² [Relatório de Sustentabilidade, 2008].

O presente capítulo visa dar uma visão genérica de todo o sistema de abastecimento da EPAL de modo a permitir uma melhor compreensão do sistema de telegestão, podendo-se afirmar que, para se poder operar o sistema à distância, dever-se-á ter profundo conhecimento de todas as instalações, órgãos de manobra e características geográficas e espaciais das instalações operacionais.

Importa referir que são aqui apresentados apenas os troços mais importantes para a compreensão do sistema, existindo ainda diversos troços de conduta e instalações que não serão abordadas, uma vez que tal implicaria um grau de detalhe que não seria o mais apropriado para a especificidade do tema proposto.

No **Anexo I** apresenta-se um esquema simplificado do sistema de adução com as interligações e as entregas a entidades gestoras. Neste esquema estão também indicados os pontos de amostragem utilizados no âmbito do controlo da qualidade da água fornecida pela EPAL.



2.2. ORIGENS DA ÁGUA

O sistema de abastecimento da EPAL utiliza recursos naturais hídricos de origem superficial e subterrânea.

As captações superficiais do Rio Zêzere e do Rio Tejo situam-se na albufeira de Castelo do Bode e em Valada do Ribatejo, respetivamente.

A água subterrânea captada na EPAL é proveniente de diversos locais, nomeadamente das captações subterrâneas da Ota (3 poços), Alenquer (2 poços), Lezírias (14 furos), Valada I (3+5 furos), Valada II (3 furos), Valada III (4 furos), bem como das nascentes de Olhos de Água (nascente do Rio Alviela).

Existem ainda três captações subterrâneas (Carregado, Quinta do Campo e Espadanal), anteriormente designadas por captações de reserva, mas que atualmente se encontram fora de serviço.

Assim, os recursos hídricos utilizados para o sistema de abastecimento de água da EPAL são classificados de acordo com a sua forma de exploração e gestão [Plano de Segurança da Água, 2011]:

Rotina:

- Captações superficiais da Albufeira de Castelo do Bode e Valada Tejo;
- Captações subterrâneas da Ota, Alenquer e Lezírias.

Emergência:

- Captações subterrâneas dos aluviões profundos da bacia do Tejo que integram os furos de Valada I, Valada II e Valada III;
- Captação das nascentes de Olhos de Água.

Fora de Serviço:

- Captações subterrâneas do Carregado, Quinta do Campo e Espadanal.



2.2.1. Captações Superficiais

A captação superficial de Castelo do Bode é constituída pela torre de captação existente na albufeira de Castelo do Bode, o túnel de ligação às estações elevatórias, as estações elevatórias (EECB1 e EECB2) e as respetivas condutas elevatórias que se desenvolvem até à entrada da estação de tratamento de água (ETA), também designada por Fábrica de Água da Asseiceira. Na Figura 2-1 estão representadas as infraestruturas, que constituem a captação, no sinótico da telegestão do centro de comando da ETA da Asseiceira.

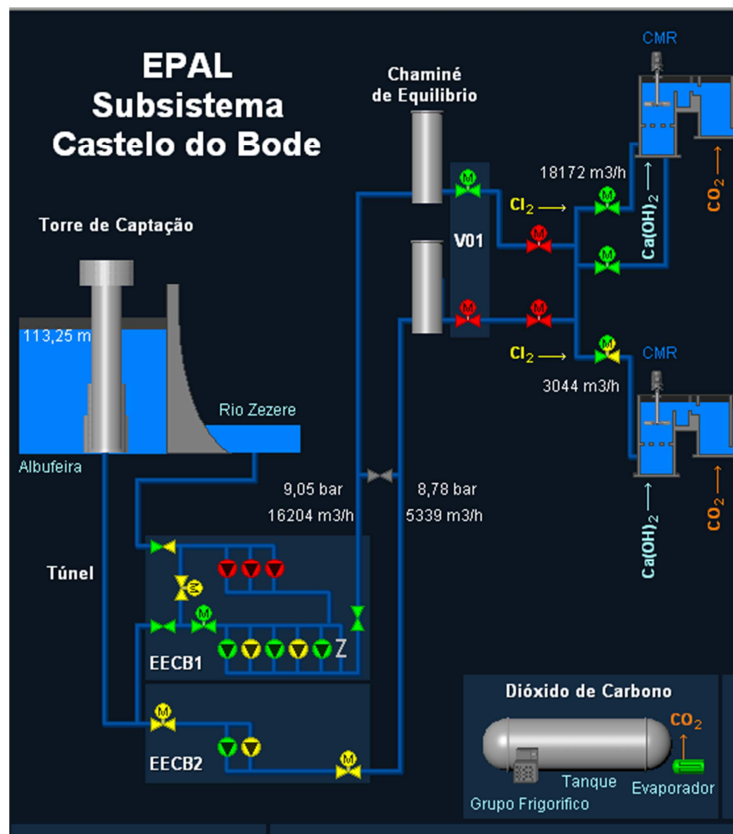


FIGURA 2-1 – CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE CASTELO DO BODE (EPAL, 2011)

A torre de tomada de água existente na albufeira entrou em funcionamento em 1987 tendo sido dimensionada para captar 1 000 000 m³/dia. A admissão de água faz-se em três níveis mediante seis aberturas dotadas de comportas (88,50 m,



95,40 m e 104,50 m). A torre tem forma circular com diâmetros interiores de 2,2 m na parte inferior e de 7,0 m na superior.

A água captada na albufeira, cuja cota do nível máximo é de 121,50 m, é conduzida às estações elevatórias através de um túnel com cerca de 1 km e 3000 mm de diâmetro interior.

As estações elevatórias (EECB1 e EECB2) têm como função elevar os caudais captados na albufeira para a estação de tratamento de água da Asseiceira. A estação elevatória EECB1 está equipada com cinco grupos elevatórios de velocidade variável com capacidade unitária de 125 000 m³/dia. Esta infraestrutura dispõe ainda de três grupos elevatórios de velocidade constante com 125 000 m³/dia que se destinam a garantir o abastecimento no caso da cota do nível da albufeira descer para valores inferiores a 89,00 m. A estação elevatória EECB2 encontra-se dotada de dois grupos elevatórios de velocidade variável, podendo cada um elevar até 125 000 m³/dia.

As condutas elevatórias compõem o troço inicial do Adutor Castelo do Bode que será abordado adiante. As duas condutas, no seu conjunto, encontram-se dimensionadas para 1.000 000 m³/dia.



FOTO 2.1 – ALBUFEIRA DO CASTELO DO BODE (ARQUIVO PESSOAL, 2006)

A captação superficial de Valada Tejo foi construída entre 1963 e 1967.

Esta captação é constituída por duas caleiras de entrada de água, quatro mastros oscilantes de captação, uma estação elevatória e as condutas elevatórias que conduzem a água bruta até à estação de tratamento de água existente em Vale da Pedra, também designada por Fábrica de Água de Vale da Pedra. Na Figura 2-2 estão representadas as infraestruturas, que constituem a captação, no sinótico da telegestão existente no centro de comando da ETA de Vale da Pedra.

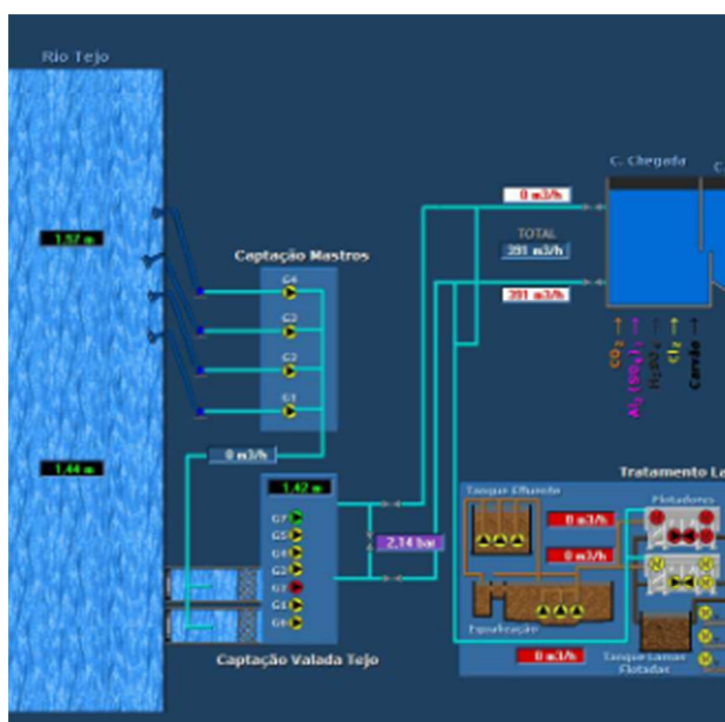


FIGURA 2-2 – CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DE VALADA TEJO (EPAL, 2012)

Devido às alterações de regime de escoamento no rio, que no período de estiagem podia oferecer valores inferiores aos necessários, inicialmente a captação era feita através de uma jangada onde estavam instalados 4 grupos eletrobomba através dos quais a água podia ser captada na zona mais profunda do leito e elevada para o interior das caleiras existentes até à estação elevatória que se destinava a elevar a água captada para a estação de tratamento de água.

Atualmente, a captação da Valada Tejo é constituída por dois conjuntos de elevação devido ao efeito de maré: por elevação através de mastros oscilantes que captam à superfície do rio aquando da maré baixa ou graviticamente através de



duas caleiras, perpendiculares à margem do rio, que alimentam a estação elevatória de Valada Tejo

As caleiras estão providas com sistema de gradagem com limpeza manual e comportas de secionamento. Em virtude da extensão das caleiras é possível conseguir-se alguma sedimentação de areias de maior peso, uma vez que a velocidade da água em condições médias é reduzida.

A elevação com recurso aos mastros oscilantes ocorre quando o nível da água atinge uma altura de 0,40 m (relativamente à cota de soleira da caleira). A água é assim elevada para as duas caleiras e conduzida à estação elevatória de Valada Tejo. Os mastros oscilantes possuem quatro grupos eletrobomba (três de velocidade variável e um de velocidade fixa), cujo caudal de dimensionamento ronda os 80 000 m³/dia.

A estação elevatória de Valada Tejo é constituída por um total de sete grupos elevatórios, dos quais seis são de velocidade fixa e um de velocidade variável. Os primeiros seis grupos têm um caudal nominal de 50 000 m³/dia e o sétimo, um caudal nominal de 25 000 m³/dia.

A água captada (água bruta) é elevada desde a estação elevatória até à Fábrica de Água de Vale da Pedra através de duas condutas com diâmetros de 1000 mm e 1250 mm, numa extensão total de 6 km.



FOTO 2.2 – MASTROS OSCILANTES DE CAPTAÇÃO EM VALADA TEJO (EPAL, 2006)



2.2.2. Captações Subterrâneas

A captação subterrânea da Ota e a captação subterrânea de Alenquer pertencem ao mesmo aquífero Ota-Alenquer que apresenta um comportamento típico de aquífero cársico. A capacidade de produção destas origens está associada às características dos anos hidrológicos que, em situações de seca, podem diminuir de forma inesperada. Assim, foram acordados valores de referência para a captação baseando-se em valores mínimos de captação de forma a garantir um máximo de reserva natural. [Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento do Sistema de Produção e Transporte da EPAL, 2006].

A captação da Ota é constituída por três furos com profundidades de 32,65 m, 36,60 m e 120,00 m, abertos em 1958. A sua capacidade nominal de produção situa-se nos 28 000 m³/dia, situando-se a capacidade mínima garantida, em situação normal, nos 21 000 m³/dia.

A captação de Alenquer é constituída por quatro furos, sendo um dos furos utilizado apenas para reposição dos caudais do Rio de Alenquer. Os furos foram feitos na década de 60 com profundidades entre os 26,50 m e os 60,00 m. A capacidade nominal de produção é de 44 000 m³/dia, situando-se a capacidade mínima garantida, para situação normal, nos 22 000 m³/dia.

As captações subterrâneas das Lezírias estão situadas na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira e dividem-se em duas zonas distintas: Lezírias II e Lezírias III.

As captações das Lezírias são, no seu conjunto, constituídas por sete recintos em que cada recinto tem um par de furos que exploram aquíferos distintos. Nas Lezírias II (10 furos), os furos de menor profundidade variam entre os 230 e os 260 m e os de maior profundidade entre os 435 e os 454 m, enquanto nas Lezírias III (4 furos), os de menor profundidade variam entre os 336 e 350 m e os mais profundos entre 656 e 660 m.

Os furos das Lezírias II foram construídos na década de 70 e os das Lezírias III datam de 1984, com um caudal unitário de cerca de 5 000 m³/dia.



Em termos de quantidade, e considerando apenas as características hidrogeológicas do recurso, a capacidade média de produção é da ordem dos 70 000 m³/dia.

A captação subterrânea de Valada I é atualmente constituída por oito furos, dos quais três são profundos, onde a água é captada no mio-pliocénico, e cinco semiprofundos em aluviões da bacia do Tejo, com uma capacidade nominal de aproximadamente 35 000 m³/dia.

Os furos de Valada I são utilizados em situações pontuais, principalmente nas paragens para ações de manutenção do Subsistema de Castelo do Bode [Manual de Exploração da Captação Subterrânea do Subsistema Tejo, 2008].

O transporte da água captada é feito através da conduta de Valada, datada de 1950, desenvolvendo-se ao longo de aproximadamente 5,5 km entre a conduta de Valada III e a conduta de diâmetro 1000 mm que sai da estação de tratamento de água.

A captação subterrânea de Valada II tem três furos em aluvião da bacia do Tejo com uma capacidade total de 12 000 m³/dia. Apesar destes furos não serem utilizados desde 2000, encontram-se em estado operacional para suprir eventuais necessidades em casos de emergência.

A água é transportada na conduta de Valada II, datada de 1953, ao longo de cerca de 480 m, desde os furos até à conduta de Valada I.

A captação subterrânea de Valada III tem quatro furos em aluvião da bacia do Tejo com uma capacidade global de 20 000 m³/dia. Tal como os furos de Valada II, apesar destes furos não serem também utilizados desde 2000, encontram-se em estado operacional para suprir eventuais necessidades em casos de emergência.

A água é transportada na conduta de Valada III, datada de 1982, ao longo de cerca de quase 2,5 km, fazendo a interligação entre a conduta de Valada IV (construída em 1984) e a conduta de Valada III.

As nascentes de Olhos de Água do Rio Alviela correspondem a uma das descargas do sistema das serras de Aire e dos Candeeiros. A água circula no interior da formação calcária através de canais e grutas constituindo no seu



conjunto um sistema hidrogeológico muito complexo [Plano de Segurança da Água, 2011].

Na zona de exurgência os caudais captados são desviados para o Aqueduto Alviela, com a condicionante de ser necessário, para assegurar, a partir desta seção, um caudal ecológico mínimo de 10 000 m³/dia no Rio Alviela.

Junto à nascente de Olhos de Água existe um primeiro tanque onde a água emerge e que está provido de um descarregador lateral de superfície e de duas condutas que conduzem a água até ao segundo tanque, também dotado de um descarregador lateral de superfície. A jusante do segundo tanque situa-se uma casa de comportas e, imediatamente a jusante destas, tem início o Aqueduto Alviela.

Em 2009 a produção nominal das nascentes situava-se em cerca de 15 000 m³/dia, podendo chegar até aos 60 000 m³/dia em casos de necessidades especiais de exploração. Contudo, quer devido a características de qualidade de água bruta, quer à existência de limitações estruturais do troço inicial do Aqueduto Alviela, ocorreu, nos últimos anos, a diminuição significativa no nível de produção.

Atualmente, esta captação está apenas a ser utilizada para fornecer as instalações dos Olhos de Água e o instituto existente na sua proximidade.



FOTO 2.3 – CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA DE OLHOS DE ÁGUA (ARQUIVO PESSOAL, 2006)



As captações subterrâneas do Carregado, Quinta do Campo e Espadanal estão atualmente fora de serviço devido à ausência de condições eletromecânicas e/ou elétricas essenciais ao seu funcionamento.

As captações do Carregado e Quinta do Campo encontram-se fora de serviço desde 2001 e as do Espadanal não são exploradas desde 1998.

2.3. TRATAMENTO DA ÁGUA

2.3.1. Tratamento de Água Superficial

2.3.1.1. Fábrica da Asseiceira

A Fábrica de Água da Asseiceira é uma estação de tratamento de água constituída por duas linhas de tratamento independentes com uma capacidade de produção de 500 000 m³/dia na linha 1 e de 125 000 m³/dia na linha 2.

Para o tratamento da água captada na albufeira de Castelo do Bode, podem ser realizadas as seguintes operações unitárias:

- Pré-cloragem de emergência;
- Remineralização e correção da agressividade;
- Coagulação;
- Flotação;
- Ozonização intermédia;
- Coagulação (flotação parada);
- Filtração;
- Equilíbrio e ajuste do pH;
- Pós-cloragem.



FOTO 2.4 – VISTA GERAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA ASSEICEIRA (EPAL, 2010)

Em todas as operações unitárias existe um conjunto de equipamentos de monitorização e controlo em contínuo permitindo assim a gestão do seu funcionamento hidráulico e processos de tratamento através do sistema de telegestão do centro de comando da Asseiceira (Figura 2-3).

De modo a realizar o controlo da qualidade da produção, são recolhidas amostras e feitas análises às águas provenientes das diferentes operações unitárias, permitindo ao centro de comando da ETA a possibilidade de proceder ao ajuste de taxas de tratamento a fim de se obter uma água tratada que cumpra os mais rigorosos critérios de qualidade.

Esta ETA dispõe de um sistema de deteção e neutralização de fugas de cloro comandada automaticamente por sondas de cloro de modo a detetar e responder a eventuais fugas de cloro.

Existem ainda quatro células para armazenamento de água tratada, com a capacidade de 21 500 m³ em cada cisterna.

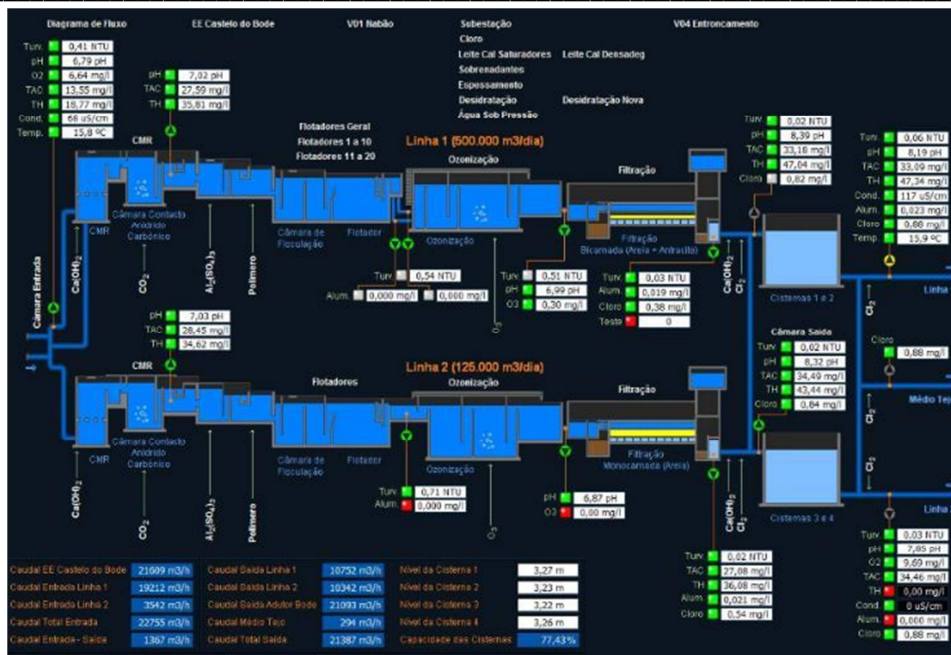


FIGURA 2-3 – SINÓTIPO DA TELEGESTÃO DA ETA DA ASSEICEIRA (EPAL, 2012)

A ETA da Asseiceira tem capacidade de assegurar o tratamento das lamas provenientes do processo de tratamento da água que são homogeneizadas e posteriormente desidratadas.

Quando atingem o grau de desidratação adequado, as lamas são incorporadas na indústria de produção de cimento, reduzindo-se assim o seu impacto sobre o meio ambiente.

2.3.1.2. Fábrica de Vale da Pedra

A Fábrica de Água de Vale da Pedra é uma estação de tratamento de água constituída por duas linhas de tratamento independentes, cada uma com capacidade de produção de 120 000 m³/dia.

Para o tratamento da água captada no Rio Tejo, são realizadas as seguintes operações unitárias:

- Pré-tratamento;
- Macrotamização;



- Pré-cloragem I;
- Pré-cloragem II.
- Condicionamento de pH;
- Adição de carvão ativado em pó;
- Coagulação / Floculação;
- Decantação;
- Filtração;
- Correção de pH;
- Pós-cloragem.

Em todas as operações unitárias existe um conjunto de equipamentos de monitorização e controlo em contínuo permitindo assim a gestão do seu funcionamento hidráulico e processos de tratamento através do sistema de telegestão do centro de comando de Vale da Pedra (Figura 2-4).

A ETA de Vale da Pedra dispõe de uma unidade laboratorial preparada para monitorizar a qualidade da água durante 24 horas diárias. Tal como acontece na ETA da Asseiceira, também em Vale da Pedra o controlo laboratorial do processo produtivo é realizado através da recolha de amostras seguidas de análises à água proveniente das diferentes operações unitárias, permitindo ao centro de comando da ETA a possibilidade de proceder ao ajuste de taxas de tratamento.

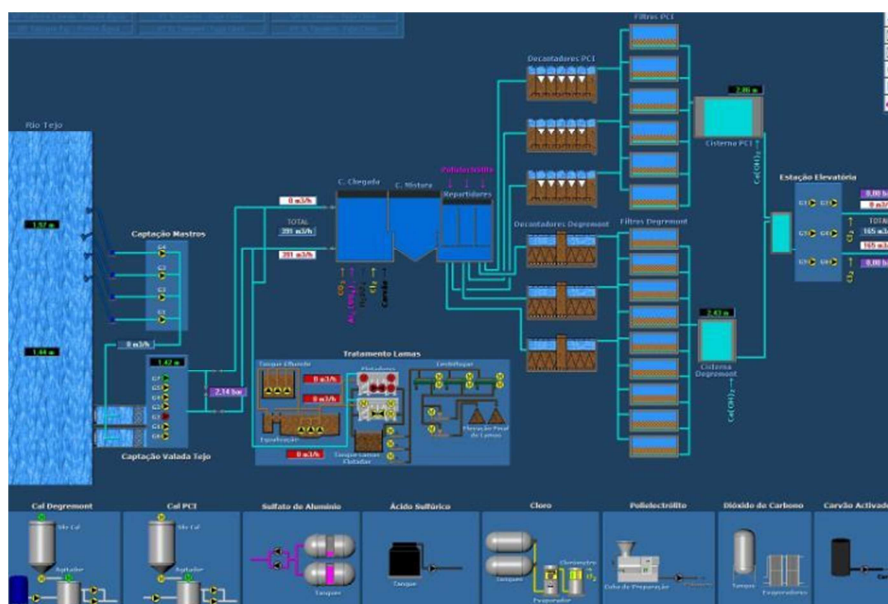


FIGURA 2-4 – SINÓTIPO DA TELEGESTÃO DA ETA DE VALE DA PEDRA (EPAL, 2012)



Existem duas cisternas para armazenamento de água tratada, com a capacidade de 2 500 m³ e de 7 500 m³. Usualmente as cisternas encontram-se em exploração com as duas válvulas de interligação abertas.

A ETA de Vale da Pedra está dotada de infraestruturas destinadas ao tratamento das lamas provenientes do processo de tratamento da água que são homogeneizadas, desidratadas colocadas temporariamente num parque de lamas e posteriormente encaminhadas para incorporação na indústria de produção de cimento.

2.3.2. Tratamento de Água Subterrânea

Segundo o Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, (Normas, Critérios e Objetivos de Qualidade com a Finalidade de Proteger o Meio Aquático), são consideradas aptas para produção de água para consumo humano as origens subterrâneas que apresentem qualidade superior ou igual à da categoria A1 das águas doces superficiais destinadas a água para consumo humano, conforme Anexo I do referido Decreto-Lei (Qualidade das Águas Doces Superficiais Destinadas à Produção de Água para Consumo Humano), correspondendo a esta categoria um esquema de tratamento físico e desinfecção, tal como referido no Anexo II do Decreto-Lei mencionado (Esquemas Tipo de Tratamento Referente às Classes A1, A2 e A3 das Águas Superficiais).

Assim, e uma vez que as captações subterrâneas de Alenquer, Ota e Lezírias, apresentam normalmente qualidade superior à categoria A1, os caudais aí captados são apenas tratados através de um processo de desinfecção com cloro. Também nos poços profundos das captações subterrâneas de Valada I, quando são utilizados, é injetada uma solução de hipoclorito de sódio.



No recinto de Alenquer, onde estão instaladas as respetivas captações, existe um posto de cloragem que realiza a desinfecção da água garantindo a sua qualidade. A água captada é aduzida ao subsistema de Alenquer, nomeadamente às entregas da entidade gestora (EG) cliente. Os restantes caudais são injetados no Aqueduto Alviela e Aqueduto Tejo.

Este recinto está também dotado de uma estação de descarbonatação com um processo de tratamento por permuta iónica, tendo como função baixar a dureza e a alcalinidade da água captada para posterior fornecimento à EG cliente.

Tanto o posto de cloragem como a estação de descarbonatação se encontram em modo de funcionamento automático e integrados no sistema de telegestão do centro de comando existente em Lisboa.

Junto às captações subterrâneas da Ota está colocado um posto de cloragem para realizar a desinfecção da água captada garantindo a sua qualidade antes da entrega ao subsistema da Ota (EG cliente) e no Aqueduto Alviela.

Esta instalação também se encontra em modo de funcionamento automático e integrado no sistema de telegestão do centro de comando de Lisboa.

As captações subterrâneas das Lezírias são constituídas pelas Lezírias II (5 recintos: G1, G2, G3, G4 e G5) e Lezírias II (2 recintos: G6 e G7).

No G1 das Lezírias II está instalado um posto de cloragem que tem como função a desinfecção da água captada do conjunto das captações das Lezírias II e III que se encontram a montante, garantindo a qualidade da água aduzida à conduta das Lezírias e aos subsistemas Alviela e Tejo.

Existe também uma cloragem no recinto G7 das Lezírias II que funciona com solução de hipoclorito de sódio tratando apenas os caudais a fornecer à EG cliente.

As captações subterrâneas de Valada I apenas entram em exploração na situações em que o exista um aumento de consumo ou, na sequência de ações de manutenção, seja necessário proceder à distribuição direta para povoações vizinhas. Nestas situações, é ativado um dos poços profundos, uma vez que a água proveniente de lençóis subterrâneos profundos tem geralmente uma



excelente qualidade de características constantes [Manual de Exploração da Captação Subterrânea do Subsistema Tejo, 2008]. A desinfecção da água aqui captada é feita com adição de solução de hipoclorito de sódio.

A água captada em Valada II e III é encaminhada para a ETA de Vale da Pedra antes da sua distribuição para consumo. Porém, estas duas captações apenas são utilizadas em situações de emergência.

No recinto de Olhos de Água, junto às nascentes do Rio Alviela, no troço inicial do Aqueduto Alviela, existe uma instalação de desinfecção da água por ultravioletas (UV), seguida de uma comporta vertical cuja finalidade é manter o nível de água nos UV constante e igual a 1,40 m.

O sistema de UV instalado é designado por “sistema de UV 3000 *plus* da TROJAN”.

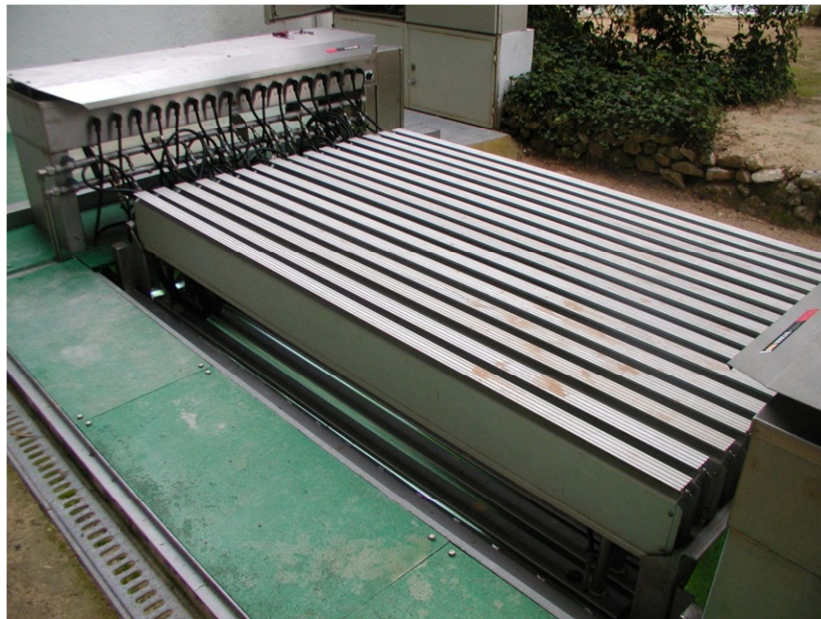


FOTO 2.5 – SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA POR ULTRAVIOLETA NO RECINTO DE OLHOS DE ÁGUA (ARQUIVO PESSOAL, 2006)

A jusante dos UV é injetada uma solução de hipoclorito de sódio que tem por objetivo garantir um teor residual de cloro nos caudais introduzidos no Aqueduto Alviela.

Tanto o sistema de UV, como a cloragem encontram-se em modo de funcionamento automático e integrado no sistema de telegestão.



2.4. INSTALAÇÕES OPERACIONAIS

2.4.1. Estações Elevatórias

A principal função das estações elevatórias e sobressoras é fornecer energia ao escoamento através de um aumento da pressão permitindo a elevação do caudal de um ponto de cota mais baixa para outro de cota superior ou aumento do caudal escoado.

As estações elevatórias e sobressoras da EPAL estão localizadas estrategicamente em locais de acordo com as necessidades do seu sistema de abastecimento, sendo constituídas por grupos eletrobomba que devem ter sempre um ou mais grupos eletrobomba de reserva.

Na rede de distribuição de Lisboa as estações elevatórias estão sempre acompanhadas por um reservatório e podem elevar água para diferentes zonas altimétricas.

Nos Quadros 2.1 e 2.2 apresenta-se a listagem das principais estações elevatórias do sistema de transporte e rede de distribuição de Lisboa, respetivamente.

O Quadro 2.3 apresenta um resumo das principais características das estações sobressoras existentes no sistema de abastecimento da EPAL [Plano de Segurança da Água, 2011].



QUADRO 2.1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DO SISTEMA DE ADUÇÃO DA EPAL

Estação Elevatória	Número de Grupos Eletrobomba + Reserva	Características das Bombas	
		Caudal de Elevação (m ³ /hora)	Altura Manométrica (m)
Vale da Pedra	3	2 070	23
	2	2 070	18
Azambuja	3+1	1 250	15
	3+1	3 600	13
Curvaceiras	1+1	65	38
	1+1	32	31
	3+1	220	25
Soudos	1+1	81	81
	1+1	53	74
	1+1	10	44
	3+1	210	129
Loureira	1+1	11	21
Sardaçal	1+1	130	40
EE1 Vila Franca de Xira	3+3	3 470	148
EE2 Vila Franca de Xira	5+1	3 420	145
Amadora	3+1	1760	116
Barcarena	3+1	210	44
Vila Fria	3+1	140	11
	3+1	140	11
	3+1	140	11
Guerreiros	2+1	370	70
	1+1	95	30
Camarate	3	500	30



QUADRO 2.2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE LISBOA

Estação Elevatória	Número de Grupos Eletrobomba + Reserva	Características das Bombas	
		Caudal de Elevação (m ³ /hora)	Altura Manométrica (m)
Olivais I	3+1	2 650	61
	4	3 950	82
	6	8 600	115
	1	1 200	22
Olivais II	4+1	9 000	115
Barbadinhos	3	1 930	41
	3	1 210	62
	2 (F.S.) ⁽¹⁾	-	-
Campo de Ourique	2	900	41
	2+1	910	81
	2 (F.S.) ⁽¹⁾	-	-
Telheiras	2+1	1 900	40
	3	3 750	25
	3+1	2 790	130
São Jerónimo	3+1	650	65
Restelo	1+1	250	58

(1) F.S. – Fora de Serviço

QUADRO 2.3 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES SOBREPRESSORAS DA EPAL

Estação Sobrepessora	Número de Grupos Eletrobomba + Reserva	Características das Bombas	
		Caudal de Elevação (m ³ /hora)	Altura Manométrica (m)
Sta. Cruz Benfica	3+1	200	63
Boavista	3+1	180	49
Charneca	3+1	180	33
Frielas	3+1	4 320	16
Vale Alto	2	6	22
Vale das Porcas	3+1	210	177



Todas as estações elevatórias e sobreprensoras são comandadas por telegestão, à exceção das estações elevatórias dos Olivais (I e II) que atualmente ainda têm um operador permanente.

Na Figura 2-5 pode-se ver um exemplo de sinótico de uma estação elevatória, retirado do sistema de telegestão SCADA.

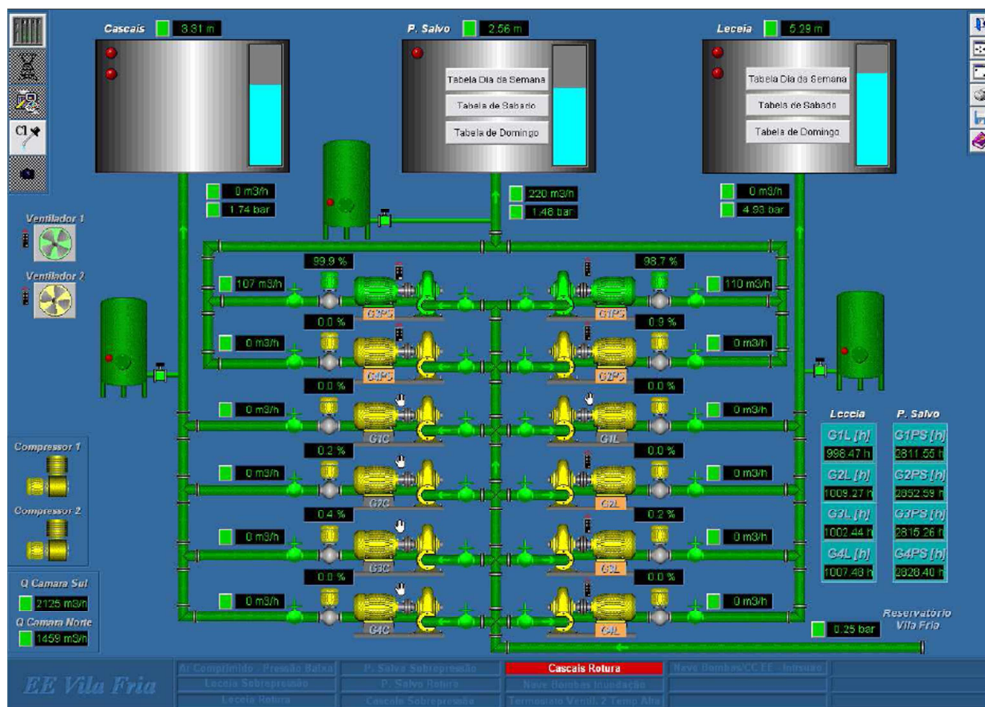


FIGURA 2-5 – SINÓTIPO DA TELEGESTÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE VILA FRIA (EPAL, 2012)

2.4.2. Postos de Cloragem

A desinfecção é usualmente a última fase do tratamento antes de a água ser distribuída e tem por objetivo a eliminação de todos os microrganismos patogénicos da água destinada ao consumo humano [Simas, 2005].

Esta desinfecção é feita com recurso ao cloro (cloro gasoso ou hipoclorito de sódio) e pretende-se que tenha não só um poder desinfetante, com capacidade de destruir ou inibir os microrganismos patogénicos, como também um efeito residual, permanecendo no sistema de abastecimento de modo a manter o efeito bactericida contra o ressurgimento de vida bacteriana [Alves, 2010]. As



concentrações de cloro residual livre situam-se normalmente entre os 0,20 e os 0,60 mg/L de forma a salvaguardar a qualidade da água ao nível microbiológico e preservar as características organoléticas da água.

Os postos de cloragem estão localizados em pontos estrategicamente selecionados ao longo do sistema de abastecimento, nomeadamente:

Rede de Adução e Médio Tejo:

- Alenquer II (cloro gasoso);
- Alfragide (cloro gasoso);
- Alhandra – Linha 1: Ad. Vila Franca-Telheiras (cloro gasoso);
- Alhandra – Linha 2: Ad. Circunvalação (cloro gasoso);
- Alto de Carenque (cloro gasoso);
- Camarate (cloro gasoso);
- Guerreiros (cloro gasoso);
- Lezírias II (cloro gasoso);
- Lezírias III (hipoclorito de sódio);
- Madeiras (hipoclorito de sódio);
- Moinhos da Funcheira (cloro gasoso);
- Olhos de Água (hipoclorito de sódio);
- Ota (cloro gasoso);
- Ota local (cloro gasoso);
- Paredes (cloro gasoso);
- Sacavém (cloro gasoso);
- Santa Margarida da Coutada (hipoclorito de sódio);
- Sardaçal (cloro gasoso);
- Valada Tejo (cloro gasoso);
- Vila Franca de Xira (hipoclorito de sódio);
- Vila Fria (cloro gasoso).

Rede de Distribuição de Lisboa:

- Barbadinhos (cloro gasoso);
- Campo de Ourique (cloro gasoso);
- Pombal (hipoclorito de sódio);



- São Jerónimo (cloro gasoso);
- Telheiras (cloro gasoso).

Tal como acontece com as restantes instalações da EPAL, todos os postos de cloração se encontram em modo de funcionamento automático e integrados no sistema de telegestão.

Na Figura 2-6 pode-se ver um exemplo de sinótico de um posto de cloração, retirado do sistema de telegestão SCADA.

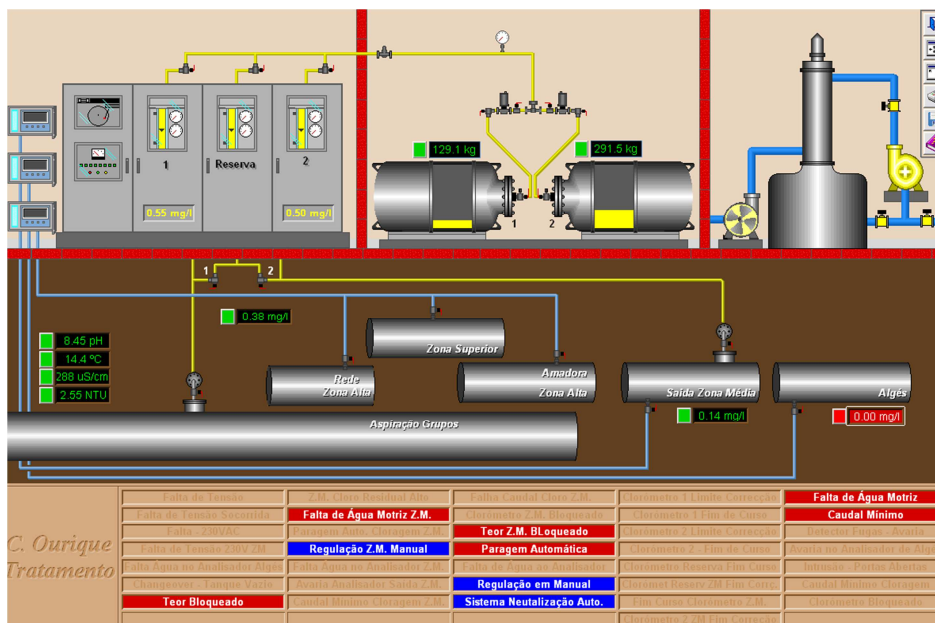


FIGURA 2-6 – SINÓTICO DA TELEGESTÃO DO POSTO DE CLORAGEM DE CAMPO DE OURIQUE (EPAL, 2012)

Associados aos postos de cloração de cloro gasoso existe sempre um sistema de deteção e neutralização de fugas de cloro.

2.4.3. Reservatórios

Os reservatórios existentes no sistema de abastecimento podem cumprir diferentes funções, nomeadamente o armazenamento de água, o restabelecimento de pressões na rede através de reservatórios de extremidade, bem como o

equilíbrio de caudais durante oscilações de consumo [Paixão, 1999]. Existe ainda um reservatório (Reservatório de Alcanhões) que serve de câmara de perda de carga.

Na sua maioria, os reservatórios são semienterrados, havendo também alguns cujo assentamento é apoiado e outros que são enterrados. Existem apenas dois reservatórios elevados no sistema da EPAL: o reservatório de Malpique, no subsistema do Médio Tejo, e o reservatório AL8 em Alenquer.

Só na rede de distribuição de Lisboa existem 14 reservatórios com uma capacidade de armazenamento total de cerca de 429 000 m³.

No **Anexo II** podem ser observadas as principais características dos reservatórios que fazem parte do sistema de abastecimento.

Na Figura 2-7 pode-se ver um exemplo de sinótico de um reservatório, retirado do sistema de telegestão SCADA.

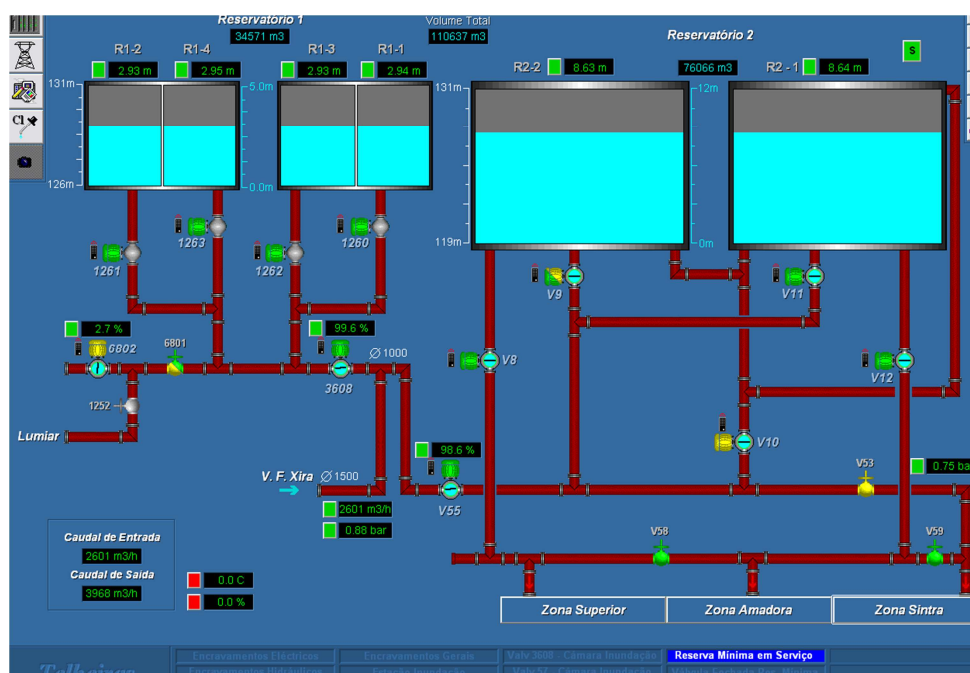


FIGURA 2-7 – SINÓTIKO DA TELEGESTÃO DO RESERVATÓRIO DE TELHEIRAS (EPAL, 2012)



2.5.1.1. Subsistema Castelo do Bode

O subsistema Castelo do Bode é constituído pelo Adutor Castelo do Bode e pelo subsistema do Médio Tejo.

O subsistema do Adutor Castelo do Bode transporta a água captada na albufeira de Castelo do Bode e tratada na Fábrica de Água da Asseiceira, desenvolvendo-se a conduta ao longo de cerca de 89 km, dos quais 80 entre a saída da ETA e o recinto operacional de Vila Franca de Xira. Este subsistema é assim constituído por três troços distintos: o troço inicial, o troço intermédio e o final.

O troço inicial é composto por duas condutas elevatórias que se desenvolvem em paralelo até à Fábrica de Água da Asseiceira ao longo de aproximadamente 9 km. A primeira conduta (linha 1), colocada em serviço em 1987, tem uma capacidade de transporte de 500 000 m³/dia com diâmetro interior de 1800 mm. A segunda conduta (linha 2), concluída em 2005, tem também uma capacidade de transporte de 500 000 m³/dia, sendo uma duplicação da primeira linha. Ambas as linhas têm, no seu ponto mais elevado, chaminés de equilíbrio com diâmetro de 11,75 m e alturas de 26,20 m e 27,00 m, respetivamente, que conferem a proteção contra o choque hidráulico da conduta.

O troço intermédio tem o seu início nas cisternas de água tratada da ETA da Asseiceira e termina na Várzea das Chaminés. Este troço é constituído, na maior parte da sua extensão, por duas condutas em paralelo (linha 1 e linha 2). A linha 1, com um diâmetro interior de 1800 mm, tem um comprimento de cerca de 68 km (excluindo duplicações), enquanto o diâmetro interior da linha 2 varia entre os 1800 mm e os 1600 mm em pequenos troços em zonas inundáveis. Os caudais de dimensionamento aduzidos pelo adutor Castelo do Bode variam entre os 375 000 m³/dia (linha 1) e os 625 000 m³/dia com utilização simultânea das duplicações (2 linhas em paralelo em regime gravítico).

O troço final tem origem na Várzea das Chaminés, dando continuidade ao troço intermédio, embora com possíveis transferências de caudal com o Aqueduto Tejo que se desenvolve paralelamente. Este troço possui um comprimento de



aproximadamente 12 km até ao recinto de Vila Franca de Xira com diâmetros que variam entre os 1800 mm e os 2500 mm e cuja capacidade de transporte se situa nos 400 000 m³/dia [Plano de Segurança da Água, 2011].

O subsistema do Médio Tejo, que se inicia também nas cisternas de água tratada da Fábrica da Asseiceira, pertence ao subsistema de Castelo do Bode, abastecendo as áreas do Médio Tejo Norte, Médio Tejo Sul e Meia Via / Entroncamento – Torres Novas.

O seu esquema de abastecimento pode ser consultado no **Anexo III**.

2.5.1.2. Subsistema Tejo

O subsistema Tejo é composto pelo Aqueduto Tejo e pelos subsistemas adjacentes das Lezírias II e III, Valada, Espadanal, Quinta do Campo e Carregado, embora os últimos (Espadanal, Quinta do Campo e Carregado) se encontrem fora de serviço.

O Aqueduto Tejo tem o seu início na Várzea das Chaminés e termina no reservatório existente no recinto dos Olivais, numa extensão total de aproximadamente 42 km. Este aqueduto recebe água proveniente das captações superficiais de Valada Tejo e tratada na Fábrica de Água de Vale da Pedra, tendo iniciado a sua exploração em 1940 em regime de superfície livre com uma capacidade nominal de 240 000 m³/dia e diâmetro interior de 2500 mm.

Porém, após ter sido objeto de algumas intervenções, foi possível aumentar a sua capacidade máxima de transporte para 400 000 m³/dia em regime de superfície livre e baixa pressão.

No seu percurso existe a possibilidade de transferências e/ou entradas de caudal, quer do Adutor Castelo do Bode, quer do Aqueduto Alviela ou das captações subterrâneas de Alenquer e Lezírias.

O subsistema das Lezírias é constituído pelas condutas Lezírias II e Lezírias III. A conduta Lezírias II, cujo diâmetro varia entre os 800 mm e os 1000 mm, possui



um comprimento total de cerca de 11 km e, após o atravessamento da ponte de Vila Franca de Xira, interliga com o Aqueduto Tejo, finalizando no Aqueduto Alviela. A conduta Lezírias III tem um diâmetro nominal que varia entre os 400 mm e os 800 mm, numa extensão total de cerca de 5 km.

O subsistema de Valada é constituído pelas condutas de água bruta de Valada Tejo e pelas condutas provenientes das captações subterrâneas de Valada I, Valada II, Valada III e Valada IV.

As condutas de água bruta de Valada Tejo começam na estação elevatória existente junto à captação superficial do Rio Tejo e terminam na Fábrica de Água de Vale da Pedra. Os seus diâmetros são de 1000 mm para a conduta datada de 1975 e de 1250 mm para a construída em 1963.

Tal como foi referido anteriormente e, uma vez que as captações subterrâneas do Espadanal, Quinta do Campo e Carregado se encontram fora de serviço, as condutas que ligam estas captações ao Aqueduto Tejo e, no caso do Carregado também ao Aqueduto Alviela, estão igualmente fora de serviço.

2.5.1.3. Subsistema Alviela

O subsistema Alviela é constituído pelo Aqueduto Alviela e pelos subsistemas Ota, Alenquer e Pimenta.

O Aqueduto Alviela foi colocado em serviço em 1880, ligando as nascentes de Olhos de Água ao reservatório dos Barbadinhos em Lisboa, numa extensão de 114 km.

Este aqueduto funciona em regime de superfície livre, exceto nos troços de sifões onde o escoamento funciona em pressão. Nos troços com escoamento em superfície livre, o aqueduto é construído em alvenaria de pedra e revestido interiormente com reboco hidráulico. Tem uma secção ovoide com 1,80 m de altura e 1,20 de largura máxima e inclinação de 0,012%. Os troços de escoamento em pressão (sifões) são constituídos por tubagem de ferro fundido que foi



duplicada nas décadas de 20 e 30 de modo a aumentar a sua capacidade de transporte para os 70 000 m³/dia.

O Aqueduto Alviela pode receber no seu percurso, para reforço da sua capacidade de adução, as águas do Adutor Castelo do Bode na transferência existente em Alcanhões, bem como das captações subterrâneas da Ota, de Alenquer, Lezírias ou ainda através das transferências das estações elevatórias da Pimenta, Alhandra, Verdelha I e Olivais.

A conduta da Ota tem o seu início junto às captações subterrâneas da Ota, com um comprimento total de cerca de 12 km e diâmetro 800 mm. Este subsistema foi construído em 1958 para interligar com o subsistema Tejo, porém desde 2008 que esta conduta interliga com o Aqueduto Alviela.

O subsistema de Alenquer inicia-se nas captações subterrâneas de Alenquer tendo um comprimento total de aproximadamente 7,5 km. Parte da sua extensão tem diâmetro nominal de 750 mm, data de 1935 e termina no Aqueduto Alviela e outra parte desenvolve-se até ao Aqueduto Tejo com 800 mm de diâmetro construída em 1958.

O subsistema da Pimenta é constituído por uma conduta que se desenvolve entre a estação elevatória da Pimenta e a entrega à entidade gestora cliente, ao longo de cerca de 1,5 km e com um diâmetro nominal de 400 mm.

2.5.1.4. Subsistema Circunvalação

O subsistema Circunvalação é o mais recente subsistema do sistema de abastecimento da EPAL, sendo composto pelo Adutor Circunvalação e pelo subsistema Arcena-Mafra.

O Adutor Circunvalação é o mais recente dos grandes adutores da EPAL, tendo começado oficialmente a funcionar em 2001. Este adutor tem o seu início na estação elevatória 2 de Vila Franca de Xira e término no reservatório de Vila Fria, num total de aproximadamente 46 km de comprimento.



Com uma capacidade máxima de transporte de 410 000 m³/dia e sendo constituído por troços de tubagem cujos diâmetros variam entre os 1200 mm e os 1800 mm, a entrada em serviço do Adutor Circunvalação veio aumentar a capacidade de transporte a jusante do recinto de Vila Franca de Xira, permitindo o fornecimento direto dos volumes de água aos concelhos limítrofes de Lisboa, melhorando assim as condições de abastecimento destes concelhos.

O subsistema Arcena-Mafra entrou em exploração no ano 2008 e visa o abastecimento de água ao município de Mafra. Com origem no Adutor Circunvalação em Arcena, e término no reservatório da Venda do Pinheiro, sob exploração da entidade gestora cliente da EPAL, tem um total de cerca de 19 km. Este subsistema, que funciona com troços de conduta elevatória e um troço de conduta gravítica com diâmetro nominal de 700 mm, tem uma capacidade máxima de 40 000 m³/dia.

2.5.1.5. Subsistema Vila Franca de Xira - Telheiras

O subsistema Vila Franca de Xira – Telheiras é constituído pelo Adutor Vila Franca de Xira – Telheiras, pelo subsistema Prior-Velho – Camarate e pelo subsistema de Guerreiros.

A possibilidade de interligações diversas, tanto com o Adutor Circunvalação, como com a própria rede de distribuição de Lisboa, permitem-lhe uma elevada versatilidade.

O Adutor Vila Franca de Xira – Telheiras, cuja exploração se iniciou em 1977, tem uma extensão de cerca de 27 km que começa na estação elevatória 1 de Vila Franca de Xira e termina no reservatório de Telheiras na cidade de Lisboa.

Este adutor tem um diâmetro nominal de 1500 mm que lhe confere uma capacidade de transporte de 240 000 m³/dia.



No seu trajeto, além das duas interligações diretas com o Adutor Circunvalação e, antes da sua entrada em Lisboa, tem também uma derivação para Camarate, onde começa a conduta Prior-Velho – Camarate.

O subsistema Prior-Velho – Camarate é composto por uma conduta cujo diâmetro varia entre os 800 e os 1000 mm. Esta inicia-se no Adutor Vila Franca de Xira – Telheiras, na zona do Prior-Velho, terminando no reservatório de Camarate ao longo de aproximadamente 2 300 m.

O subsistema de Guerreiros tem o seu início no reservatório de Camarate, passando por Frielas (onde interliga com o Adutor Circunvalação), Santo António dos Cavaleiros e Guerreiros, terminando em Lousa numa entrega à EG cliente.

Este subsistema foi construído em duas fases distintas. A primeira fase iniciou-se no início dos anos 80 com a construção da conduta desde o reservatório de Camarate até ao reservatório de Santo António dos Cavaleiros, pertencente ao cliente municipal. A segunda fase refere-se à ligação do reservatório de Santo António dos Cavaleiros até Lousa que ocorreu no ano de 1986.

De referir que com a construção do Adutor Circunvalação, foram interligados os dois adutores no denominado Nó de Camarate situado em Frielas.

2.5.2. Rede de Distribuição

A rede de distribuição em Lisboa é abastecida pelo Sistema de Adução da EPAL, desenvolvendo-se ao longo de 1 429 km de rede, numa área de aproximadamente 83 km², abastecendo uma população residente de 529 mil habitantes dos quais 344 mil são clientes diretos.

A gestão da rede de distribuição é constituída por um conjunto de infraestruturas operacionais, nomeadamente 14 reservatórios com capacidade de armazenamento de 429 000 m³ de água, 6 estações elevatórias, 3 estações sobrepessoras, 4 postos de cloragem e mais de 83 mil ramais de ligação [www.epal.pt].



O sistema de abastecimento da rede de distribuição em Lisboa é pressurizado com reservatórios de extremidade, de modo a garantir uma pressão de 30 a 60 m.c.a. na soleira dos edifícios. Da análise da Figura 2-9, entende-se que quando a elevação é insuficiente, o abastecimento é compensado pelo reservatório de extremidade e quando a elevação é demasiada, o excesso é depositado no reservatório de extremidade.

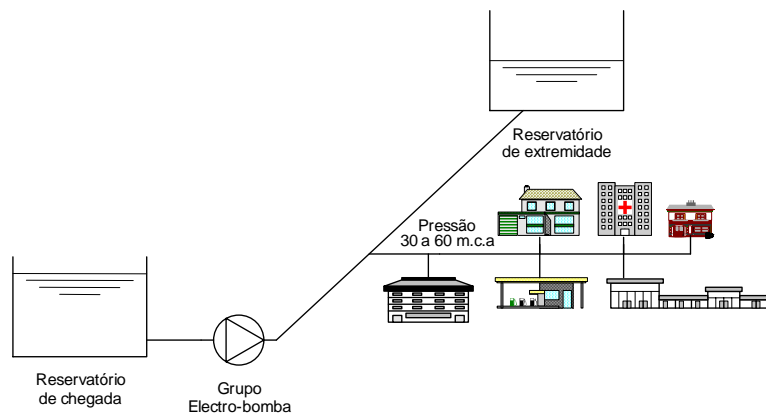


FIGURA 2-9 – GARANTIA DE PRESSÃO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO EM LISBOA (PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA, EPAL, 2011)

De forma a assegurar o abastecimento de água, a rede de distribuição está sujeita a atividades de manutenção que são asseguradas por piquetes e prestadores de serviços que atuam 24 horas por dia. A manutenção da rede (condutas e ramais) abrange, quer a manutenção preventiva, quer a curativa em caso de roturas. Também as estações elevatórias e os reservatórios são abrangidos por programas de manutenção preventiva para assegurar a sua operacionalidade e disponibilidade permanente.

Na Figura 2-10 é apresentada a rede de distribuição da cidade de Lisboa, estando assinaladas as respetivas entradas de água na cidade, bem como as saídas para os concelhos limítrofes, os reservatórios e as estações elevatórias.

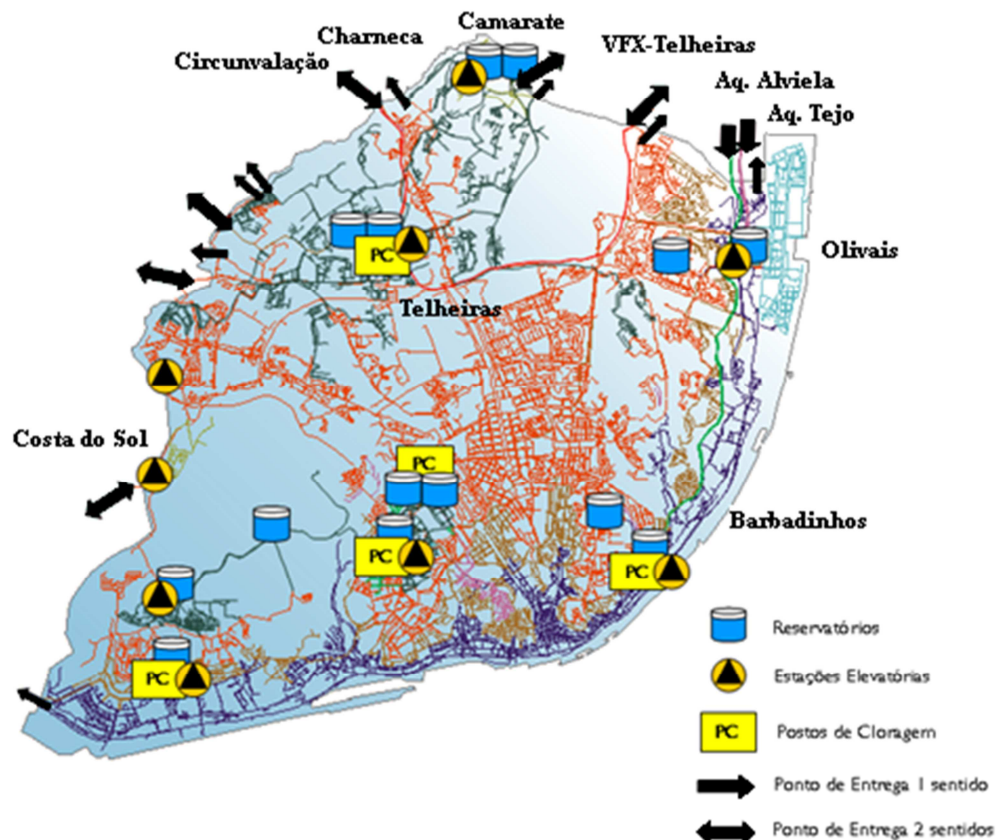


FIGURA 2-10 – REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CIDADE DE LISBOA COM LOCALIZAÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS DE ÁGUA E INSTALAÇÕES OPERACIONAIS (EPAL, 2011)

2.5.2.1. Zonas Altimétricas e suas Características

Dado a cidade de Lisboa apresentar um relevo bastante acidentado, a rede de distribuição de água está dividida em 5 zonas de abastecimento distintas, designadas por zonas altimétricas, cujo objetivo é a garantia da pressão adequada entre 60 e 30 m c.a. na soleira dos edifícios. Na Figura 2-11 poder-se-ão observar os diferentes patamares altimétricos da cidade.

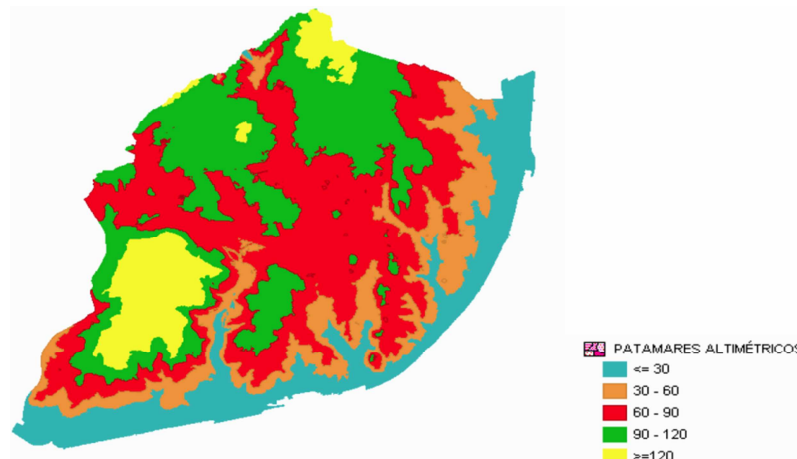


FIGURA 2-11 – PATAMARES ALTIMÉTRICOS DA CIDADE DE LISBOA (EPAL, 2011)

Assim, as zonas altimétricas consideradas em Lisboa são as seguintes:

- Zona Baixa: garante o abastecimento desde o nível do rio Tejo até à cota de 30 m;
- Zona Média: garante o abastecimento entre as cotas de 30 e 60 m;
- Zona Alta: garante o abastecimento entre as cotas de 60 e 90 m;
- Zona Superior de Monsanto: garante o abastecimento em cotas superiores a 90 m;
- Zona Superior da Charneca: garante o abastecimento em cotas superiores a 90 m.

A zona baixa prolonga-se entre o passeio ribeirinho de Algés e abastece todos os ramais até uma cota aproximada de 30 m, encontrando-se os reservatórios desta zona à cota aproximada de 60 m.

As restantes zonas apresentam o mesmo desenvolvimento em patamares de cerca de 30 m de altura.

No último patamar encontra-se a zona superior de Monsanto a uma cota máxima de 140 m, situando-se o respetivo reservatório de extremidade no Parque Natural de Monsanto na cota de 171 m. Na Figura 2-12 está patente o diagrama altimétrico da rede de distribuição de Lisboa. Podem-se ainda observar no **Anexo IV**, imagens ilustrativas das características de cada zona altimétrica onde se incluem respetivas entradas e saídas de água, reservatórios e estações elevatórias.

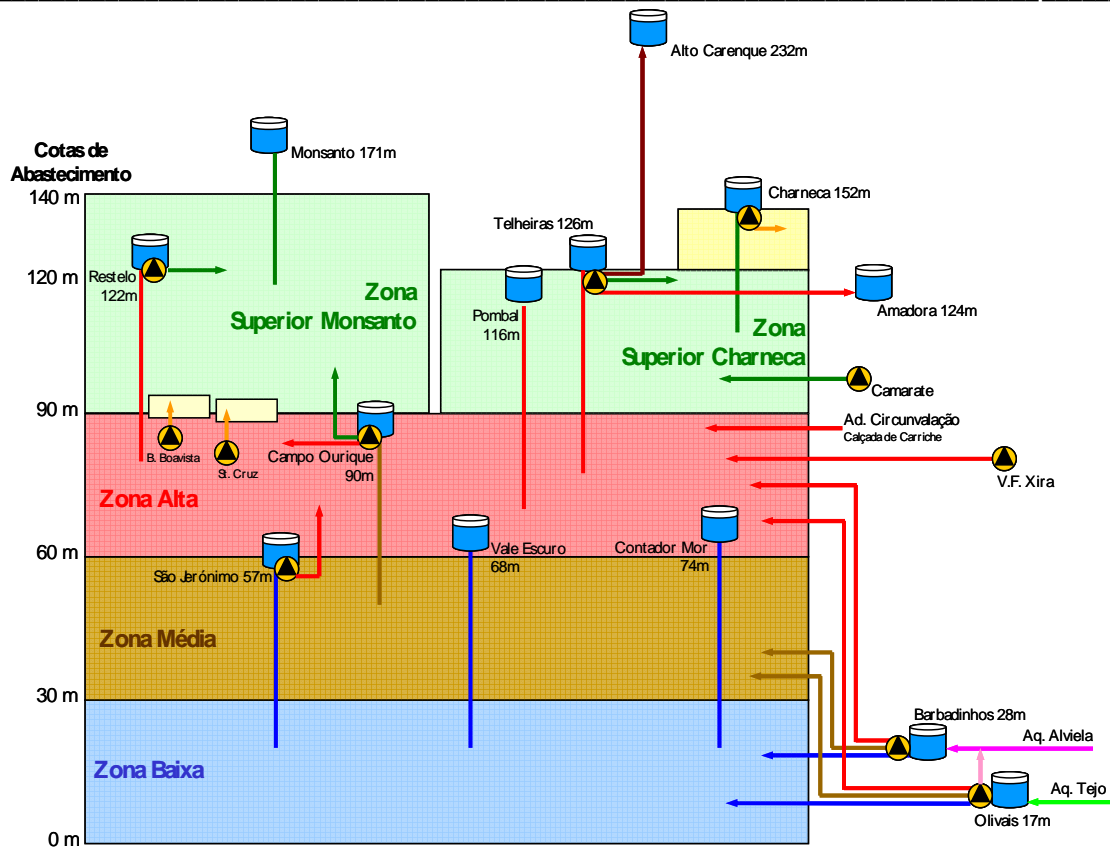


FIGURA 2-12 – DIAGRAMA ALTIMÉTRICO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE LISBOA (EPAL, 2011)

2.5.2.2. Zonas de Monitorização e Controlo

A Zona de Monitorização e Controlo (ZMC), é uma área da rede de distribuição delimitada e isolada, cujo objetivo visa o controlo de perdas e fugas de água através da monitorização e controlo contínuo dos caudais e pressões, através de medidores de caudal e de pressão associados ao *software* que permite gerir e analisar os dados recolhidos.

O controlo de perdas é feito através da rigorosa delimitação de parte da rede de distribuição com medição e registo de caudais em todos os pontos de alimentação e transferência [Farley, 2001].

Regra geral, na EPAL, uma ZMC inclui entre 1 500 a 4 000 consumidores, existindo atualmente 152 ZMC's.



3. FERRAMENTAS DE SUPORTE À EXPLORAÇÃO DO SISTEMA

Para que se possam tomar as decisões mais convenientes para a exploração do sistema de abastecimento, torna-se essencial recorrer às ferramentas de suporte que serão sumariamente descritas neste capítulo.

Os sistemas de informação utilizados na EPAL, para a gestão do seu sistema de abastecimento ao nível das operações, das ações de manutenção, da informação laboratorial e de clientes, são os que se apresentam na Figura 3-1 onde também se pode observar o modo como estes interagem entre si.

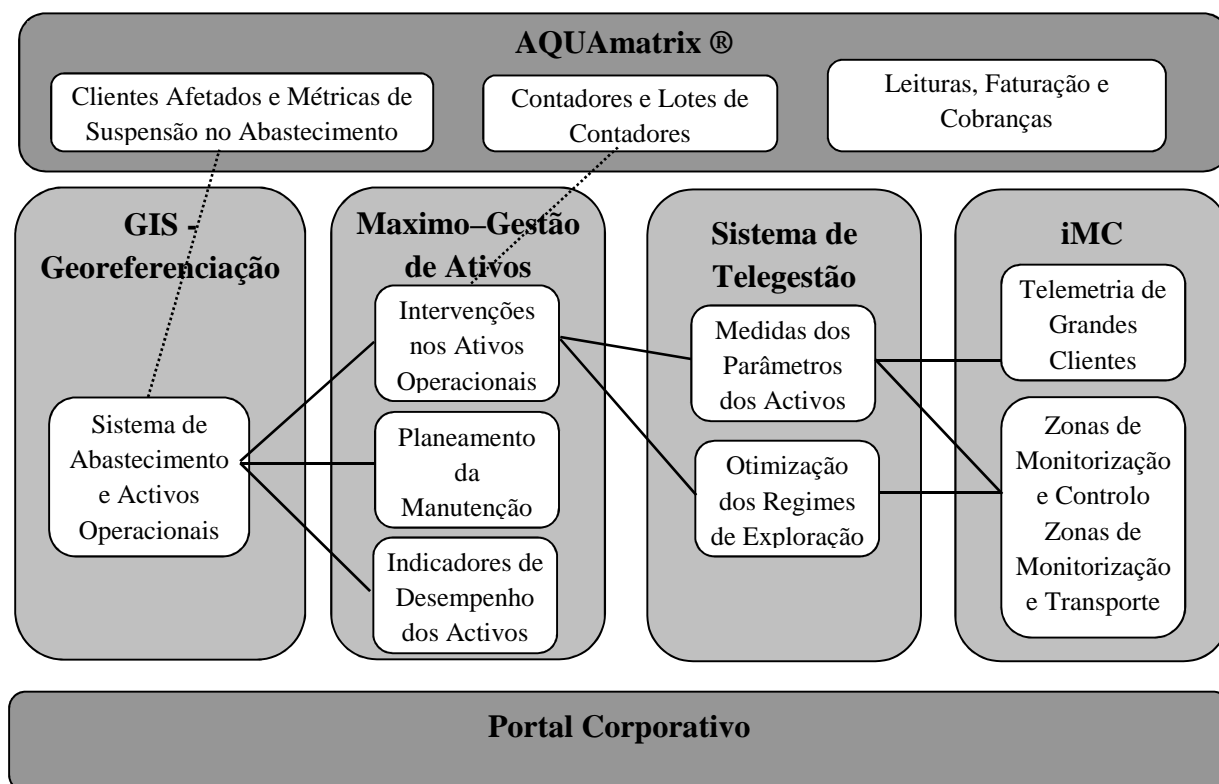


FIGURA 3-1 – ESQUEMA DA INTERLIGAÇÃO DOS VÁRIOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA A GESTÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO (PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA, EPAL, 2011)



3.1. SISTEMA DE TELEGESTÃO

O sistema de telegestão é um sistema orientado para as operações existentes no sistema de abastecimento da EPAL, armazenando toda a informação da maior parte dos ativos operacionais da empresa, tornando-se numa importante ferramenta para a gestão do sistema. Este *software*, quando aplicado aos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, permite centralizar, comandar e monitorizar todas as operações associadas à captação, tratamento, transporte e distribuição.

Com o sistema de telegestão torna-se possível conhecer, em tempo real, o estado da rede hidráulica de modo a encontrar alternativas imediatas face a eventuais constrangimentos que possam surgir, garantindo assim a qualidade do serviço.

A segurança do sistema de abastecimento é assegurada através da implementação de automatismos que controlam e mantêm os valores corretos de funcionamento, executando-se intervenções nos órgãos finais de controlo dos parâmetros de quantidade e qualidade.

Esta ferramenta permite ainda o armazenamento de dados de modo a permitir uma análise posterior de causas de eventuais problemas, de modo a possibilitar a prevenção de situações futuras.

O sistema de abastecimento e respetivas instalações e órgãos de manobra podem ser visualizados através de sinóticos como o da Figura 3-2. Através deles é possível visualizar uma determinada área e verificar o comportamento existente na malha, quer ao nível dos órgãos de manobra, quer ao nível de volumes transportados, qualidade da água ou mesmo das condições e abastecimento.

O sistema de telegestão permite ainda a consulta de relatórios diários ou a pesquisa de gráficos de tendência, de acordo com os objetivos da análise.

Dado ser este o tema predominante do presente documento, o sistema de Telegestão será abordado adiante com maior grau de pormenor, pretendendo-se apenas, neste capítulo, tal como referido anteriormente, abordar de forma sucinta as ferramentas de auxílio à exploração do sistema de abastecimento.

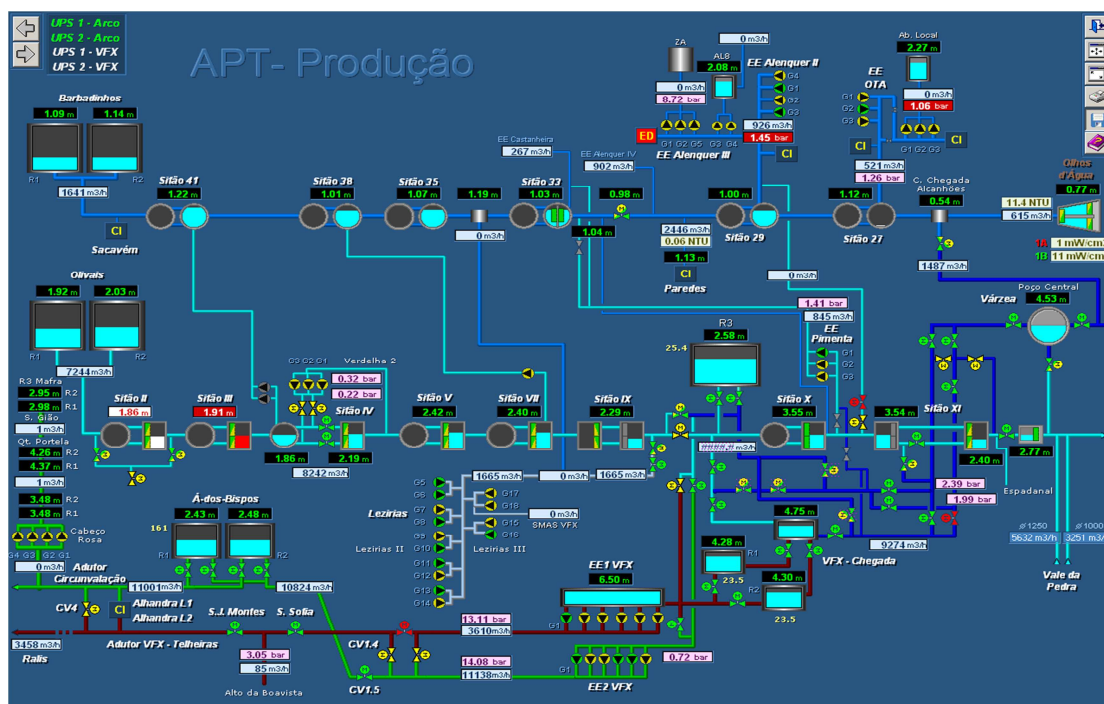


FIGURA 3-2 – SINÓTICO DA REDE DE ADUÇÃO E TRANSPORTE RETIRADO DO SISTEMA SCADA (EPAL, 2012)

3.2.SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite localizar, visualizar e gerir as infraestruturas do sistema de abastecimento, tendo em consideração a importância estratégica que a georreferenciação tem na EPAL.

Atualmente o programa de SIG utilizado suporta o cadastro de todo o sistema de abastecimento, nomeadamente o cadastro da produção, transporte e distribuição, permitindo a visualização das captações superficiais e subterrâneas, dos subsistemas de transporte (onde se incluem as entregas às entidades gestoras clientes), bem como a distribuição em baixa na cidade de Lisboa.

Ao longo do sistema de produção, transporte e distribuição, existem inúmeras informações que constam do cadastro do SIG, tal como localização de recintos, informações de material, ano de execução, diâmetro e órgãos de manobra referentes a cada recinto ou subsistema adutor, como se poderá constatar pela Figura 3-3, e ainda a



localização dos pontos de amostragem do sistema de abastecimento com as respetivas características do ponto e codificação existente no laboratório da EPAL e no *software* de gestão laboratorial (LIMS).

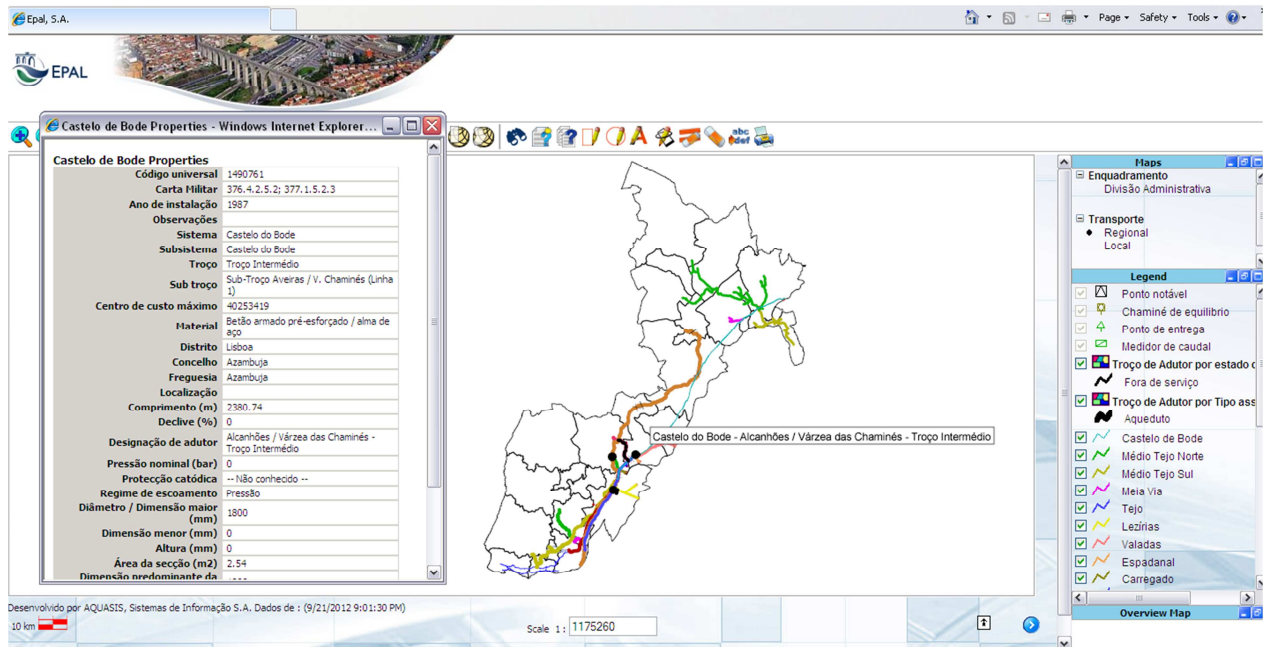


FIGURA 3-3 – EXEMPLO DO CADASTRO DA REDE DE ADUÇÃO (EPAL, 2012)

Tal como se poderá observar na Figura 3-4, em qualquer parte da cidade de Lisboa são visíveis troços de tubagem com informações acerca do material e diâmetro e respetivos órgãos de manobra (válvulas de suspensão e de descarga, hidrantes, entre outros).

Também na cidade de Lisboa a mobilidade do SIG é conseguida através de computadores portáteis que se encontram nas viaturas dos piquetes possibilitando, sem recurso a plantas em papel, o acesso à rede de distribuição, permitindo assim efetuar simulações de suspensões de abastecimento com indicação de quais os órgãos de manobra a operar e qual a malha de rede afetada. Quando a informação destas suspensões é comunicada ao centro de intervenções, o SIG permite a interação com o sistema de clientes (AQUAmatrix) permitindo identificar os clientes afetados.

Nas atividades de renovação da rede de distribuição da cidade de Lisboa, podem ser visualizadas as obras em curso e respetivas informações de relevo.

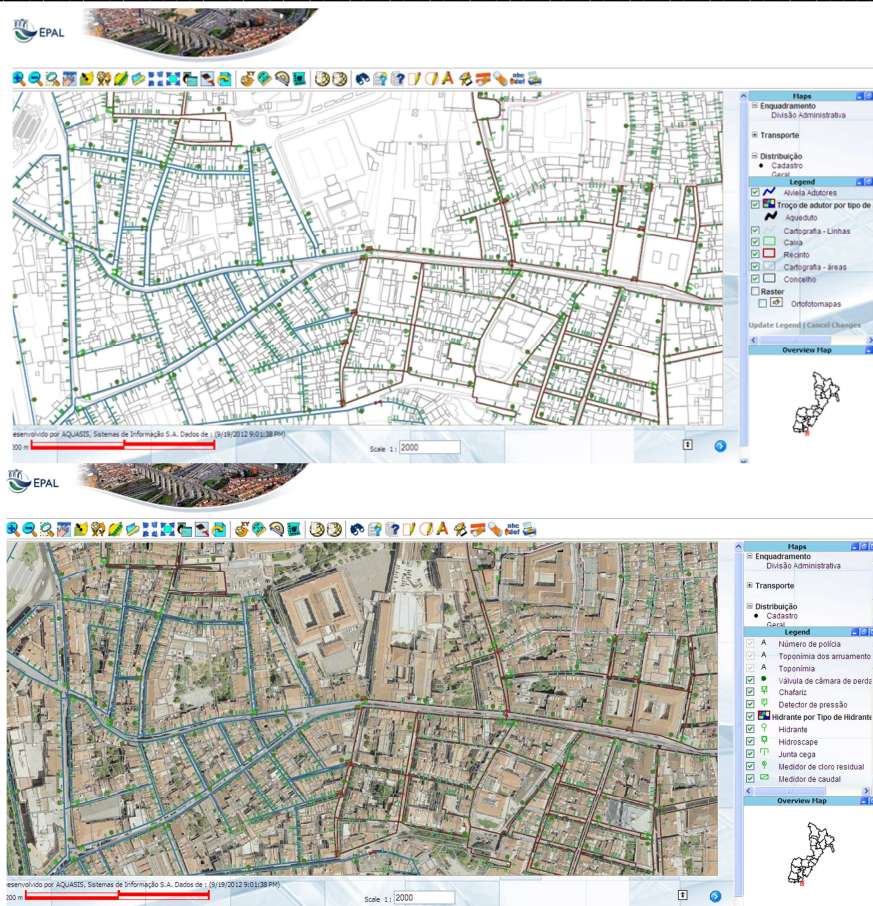


FIGURA 3-4 – EXEMPLO DO CADASTRO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA CIDADE DE LISBOA SEM E COM ORTOFOTOMAPA (EPAL, 2012)

3.3. AQUAMATRIX

Este *software* é um sistema integrado de clientes que suporta toda a informação relativa à gestão contratual que a EPAL mantém com os seus clientes.

Este sistema permite gerir todas as atividades desenvolvidas no âmbito da relação com clientes, desde o atendimento até à faturação, passando pela assistência domiciliária, gestão de contadores, bem como toda a base cadastral de moradas, incluindo possíveis locais de consumo. Esta ferramenta permite ainda a gestão de todas as reclamações apresentadas por clientes, dado que integra toda a informação referente às diversas atividades do sistema.

O AQUAMatrix é composto por diferentes módulos organizados por gestão de infraestruturas, de serviços e de clientes. A gestão de infraestruturas refere-se



essencialmente a processos de abastecimento, incluindo a gestão do parque de contadores e cadastro onde estão registados todos os prédios, respetivos ramais, números de polícia e locais de consumo onde existe ou poderá vir a existir um contrato de abastecimento de água. Na gestão de serviços estão registados todos os serviços executados e previstos, como a colocação ou substituição de contadores, ou reparações, bem como orçamentação e faturação associadas a esses serviços. Os módulos associados à gestão de clientes, englobam a gestão de contratos, atendimento e correspondência, tal como informações relativas a leituras, consumos, faturação e cobrança.

Esta integração de informação permite ainda identificar e localizar clientes afetados por uma eventual suspensão ou corte de abastecimento na rede de distribuição.

Na Figura 3-5 está patente uma imagem que mostra o início do programa AQUAmatrix disponibilizado na intranet da EPAL.

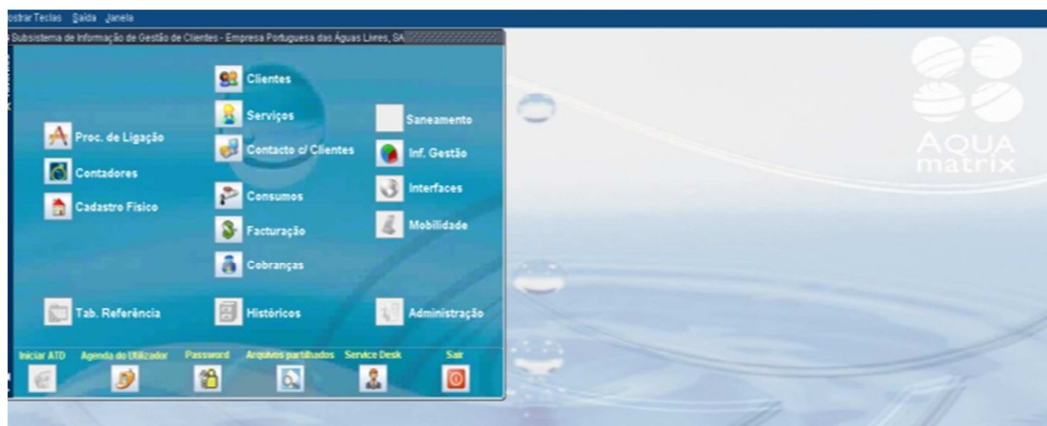


FIGURA 3-5 –AQUAMATRIX (EPAL, 2012)

3.4. MAXIMO

O Maximo é um sistema informático de suporte à gestão de instalações operacionais cujo principal objetivo é a gestão da manutenção.

Entre outras funcionalidades, este sistema permite efetuar o registo da informação técnica das infraestruturas e equipamentos, gerir e otimizar os recursos afetos à atividade de manutenção, bem como suportar todo o histórico de atividades de



manutenção quer ao nível da sua concretização, quer ao nível do seu acompanhamento.

Esta ferramenta permite ainda a disponibilização de informação histórica sobre o estado operacional da instalação e ações de manutenção ocorridas na sequência dessa informação.

3.5. INTEGRAÇÃO, MONITORIZAÇÃO E CONTROLO – iMC

A plataforma iMC (Integração, Monitorização e Controlo) foi criada com o objetivo de aumentar o grau de pormenor da monitorização do sistema de abastecimento.

Esta ferramenta permite controlar os consumos por Zona de Monitorização e Controlo (ZMC) na rede de distribuição de Lisboa e por Zona de Monitorização e Transporte (ZMT) na rede de adução e distribuição de modo a possibilitar um controlo das perdas de água existentes no sistema de abastecimento, bem como detetar anomalias na rede, reduzindo assim o tempo de deteção e reação. Esta ferramenta proporciona ainda a análise dos volumes aduzidos com os faturados através da interligação [Loureiro, 2012].

O iMC serve também de plataforma integradora de vários sistemas da EPAL, interligando com a Telegestão, SIG, ou com o AQUAmatrix, de forma a integrar informações acerca da faturação versus fornecimento, permitindo o tratamento de dados estatísticos.

Na Figura 3-6, pode ser observado o ambiente do iMC existente na intranet da EPAL.

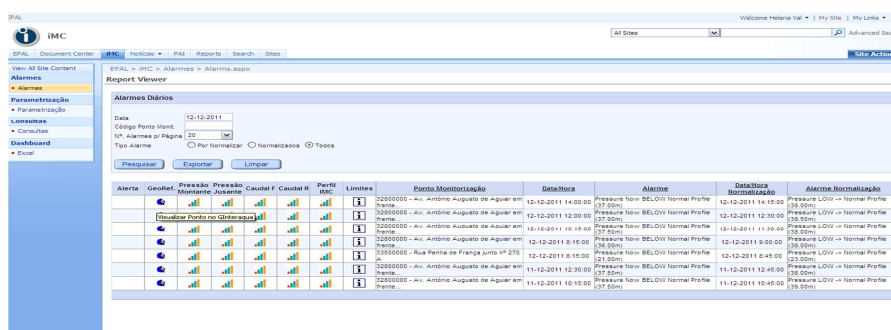


FIGURA 3-6 – APARÊNCIA DO iMC (EPAL, 2012)



3.6. PORTAL DE GESTÃO DE ATIVOS – INFORMAÇÃO

As instalações operacionais, também designadas por ativos operacionais, constituem a base da atividade da EPAL na prestação de serviços aos seus clientes. Por isso, a gestão das instalações operacionais torna-se numa atividade preponderante numa entidade gestora de água.

De modo a permitir uma correta avaliação dos ativos, a informação é um dos pilares fundamentais. Assim, dever-se-á proceder à recolha de informações detalhadas, disponibilização dessa informação de forma integrada e acessível à organização e, por fim, analisá-la de modo a possibilitar o estabelecimento de prioridades para a tomada de decisão sobre os ativos.

Na intranet da EPAL, foi criado o *site* “Gestão de Ativos – Informação” de modo a assegurar, numa base única, toda a informação relevante de cada ativo operacional de um modo consistente, estruturado e acessível a todos os colaboradores da empresa.

Todas as informações relativas a um dado ativo operacional estão providas de uma hiperligação direta ao SIG da EPAL permitindo ao utilizador visualizar a localização dessa instalação.

O *site* está estruturado em 6 grandes grupos (informação sobre ativos, planeamento, inspeções, monitorização, manutenção e informações gerais) e a configuração da sua página inicial poderá ser observada na Figura 3-7.

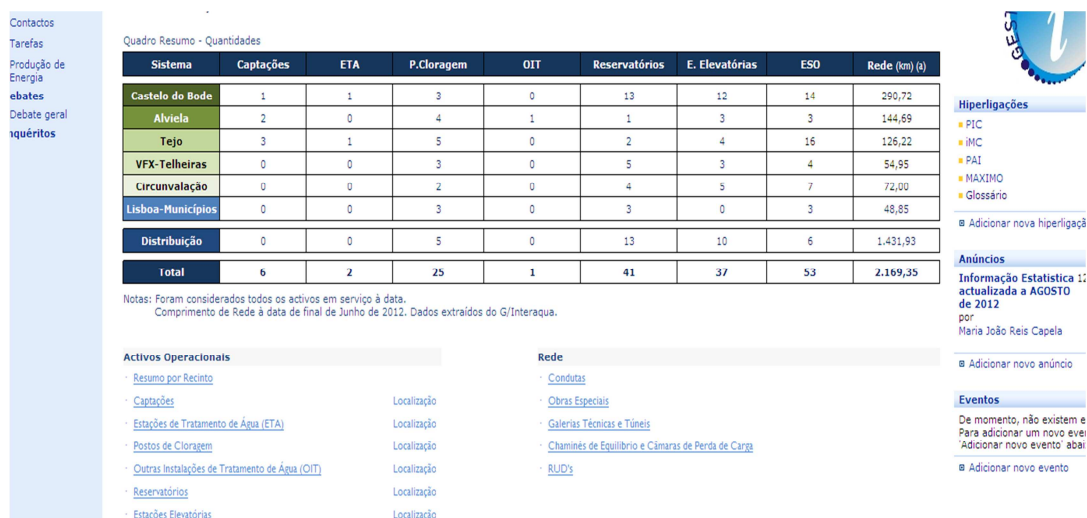


FIGURA 3-7 – ESTRUTURA DO SITE DA INTRANET “GESTÃO DE ATIVOS – INFORMAÇÃO” (EPAL, 2012)



3.7. LABORATORY INFORMATION MANAGEMENT - LIMS

O LIMS (*Laboratory Information Management System*) é uma ferramenta informática concebida para apoiar o laboratório da EPAL na gestão da sua atividade através do processo analítico, desde a recolha de amostras para ensaio até à emissão dos resultados finais através da aquisição, manutenção, armazenamento e recuperação de toda a informação gerada no laboratório.

Este *software* funciona como uma base de dados que pode ser consultada para a obtenção de valores relativos à qualidade da água, relatórios ou mesmo recolha de dados estatísticos relativos a parâmetros da qualidade (Figura 3-8).

Dada a sua possibilidade de configuração de acordo com os objetivos de cada empresa, esta aplicação foi customizada para responder às necessidades da EPAL.

Sample	Tricloroeteno µg/L THM ₂₀₁₁	Tetracloroet... µg/L THM ₂₀₁₁	Tetracloroeto ... µg/L THM ₂₀₁₁	Soma Tricloro... µg/L THM ₂₀₁₁	Carbono Org... mg/L C TOC _{UV}	Turvação UNT TURVACAO	1,2 - Dicloroetano µg/L 12-CL2C2H4	Acrilamida µg/L ACRI_LLMS	Ácido ... µg/L AC_HA...
2012_07147 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	1.04	<0.400	---	---	---
2012_07148 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.92	<0.400	---	---	---
2012_07149 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.94	<0.400	---	---	---
2012_07156 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.93	<0.400	---	---	---
2012_07157 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	1.09	<0.400	---	---	---
2012_07158 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.92	<0.400	---	---	---
2012_07328 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.96	<0.400	<0.10	<0.10	<2
2012_07328 + ASTRA2_L/2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2012_07329 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.93	<0.400	<0.10	<0.10	<2
2012_07340 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.93	<0.400	<0.10	<0.10	<2
2012_07347 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.99	<0.400	---	---	---
2012_07348 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	1.05	<0.400	---	---	---
2012_07349 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.98	<0.400	---	---	---
2012_07585 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.99	<0.400	---	---	---
2012_07586 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	1.01	<0.400	---	---	---
2012_07587 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.97	<0.400	---	---	---
2012_07588 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.97	<0.400	---	---	---
2012_07589 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.98	<0.400	---	---	---
2012_07590 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.91	<0.400	---	---	---
2012_07789 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.99	<0.400	---	---	---
2012_07790 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.97	<0.400	---	---	---
2012_07791 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.93	<0.400	---	---	---
2012_07792 + ASTRA2_L	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.83	<0.400	---	---	---
2012_07793 + ASTRA2_L-CAH	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	0.87	<0.400	---	---	---

FIGURA 3-8 – ASPETO DO LIMS (EPAL, 2012)

Este sistema de gestão da informação do laboratório, além da elevada fiabilidade dos resultados, permite o controlo da qualidade analítica dos valores obtidos nas análises, elevada rapidez na obtenção da informação, verificação dos resultados de acordo com a legislação vigente e elaboração automática de relatórios de ensaio e tratamento estatístico.





4. HISTÓRICO DA TELEGESTÃO NA EPAL

4.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Atualmente a telegestão da EPAL é composta por quatro centros de comando: um em cada uma das ETA e dois em Lisboa, sendo um deles redundância do outro. No entanto, cabe aos centros de comando de Lisboa a gestão global do sistema de abastecimento através de cálculos de consumos para definição da contribuição de cada captação, bem como dos caudais transferidos e utilizados na rede de distribuição. Os restantes centros de comando criam as condições necessárias ao cumprimento da previsão elaborada e o fornecimento da água aos clientes/municípios locais. Contudo, nem sempre a telegestão operou deste modo.

Desde cedo que a EPAL começou a implementar formas de controlo à distância que, após diversos estudos, foram sendo aperfeiçoadas e tornando-se cada vez mais completas.

Em 1965 surgem os primeiros indicadores de nível entre o reservatório do Pombal, em Campolide, e o reservatório do recinto do Arco, nas Amoreiras, local onde se situava o centro de comando / centro de despacho de Lisboa. Estavam dados os primeiros passos na teleindicação [Serenó, 1996].

Desde essa época que a telegestão tem evoluído progressivamente na EPAL e com a certeza de que um método de controlo à distância de diversas variáveis e órgãos de manobra iria otimizar bastante todo o trabalho efetuado na EPAL, foi constituída uma equipa multidisciplinar, especializada em automação, instrumentação e informática, capaz de desenvolver uma ferramenta apta para responder às necessidades da empresa. Foi então durante o ano de 1989 que se deu a informatização da telegestão embora com uma capacidade de intervenção ainda diminuta. A este sistema designou-se por Sistema Piloto de Telegestão (Foto 4.1).

Quase que simultaneamente decorria a execução de um projeto para a implementação de um sistema de telegestão profundamente modernizado e com a capacidade de, a partir dos centros de despacho, comandar, à distância e em tempo real, diversas captações, instalações operacionais e respetivos órgãos de manobra ao longo do



sistema de abastecimento. Este sistema foi implementado na EPAL em 1995 e criado para responder às necessidades da empresa.



FOTO 4.1 – SISTEMA PILOTO DE TELEGESTÃO (FOTO GENTILMENTE CEDIDA POR RENATO PEIXOTO, 2012)

Atualmente e desde 2001 é utilizado o Citect SCADA, sistema de telegestão que será caracterizado no Capítulo 5 da presente dissertação.

4.2. SISTEMA PILOTO DE TELEGESTÃO

Com alguns indicadores e o aumento progressivo do telecomando de algumas válvulas, surge uma crescente vontade de implementar na EPAL o telecontrolo do sistema de abastecimento, com vista a “*modernizar racionalmente o abastecimento reduzindo o mais possível os custos de operação*” [Sistema de Abastecimento de Água à Região de Lisboa, 1978]. Assim, foi em 1978 que surgiram os primeiros estudos visando a importância da implementação de um sistema de telegestão.

Nesta fase começaram ainda a ser analisados os locais que deveriam ficar munidos de automação e telecontrolo, nomeadamente captações, estações de tratamento de água,



zonas de controlo da qualidade da água, estações elevatórias, bem como o transporte da água das captações até aos reservatórios de chegada e distribuição da água aos consumidores. Porém, devido aos elevados custos implicados, todo o processo progrediu de forma bastante morosa.

Corria o ano de 1986 e com a construção do Adutor Castelo do Bode, onde tudo foi preparado para operar à distância, pensou-se em criar uma ferramenta que pudesse ser utilizada mesmo nas instalações mais antigas. E assim surgiu, em 1989 o Sistema Piloto de Telegestão.

Este sistema piloto funcionou entre 1989 e 1995 no centro de comando de Lisboa (Foto 4.2) e através de relatórios horários, o operador tinha acesso a informações relativas a níveis de reservatórios, alarmes associados a esses níveis, à pressão de rede de distribuição em sítios críticos, bem como aos principais caudais de entrada. Os valores eram alvo de análise e, conseqüentemente eram tomadas decisões. Na Foto 4.3, observa-se o operador em contacto telefónico com os colegas que se encontravam noutras instalações operacionais.



FOTO 4.2 – VISTA GERAL DO CENTRO DE COMANDO DE LISBOA (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1990)



FOTO 4.3 – OPERADOR DO SISTEMA PILOTO DE TELEGESTÃO (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1990)

As principais dificuldades encontradas na altura prendiam-se com o desconhecimento do *hardware* utilizado. Numa época em que as pessoas trabalhavam exclusivamente com “*manware*”, foi de uma forma faseada que a telegestão foi introduzida. Inicialmente mantiveram-se as rotinas dos operadores de terreno que verificavam os valores no local e os comunicavam para os colegas do centro de comando, via rádio. Estes comparavam os valores fornecidos com os indicados no sistema de telegestão piloto que eram inequivocamente iguais. Assim foi-se estabelecendo uma relação de confiança entre o computador e o operador. Todavia, esta transição, de pessoas para computador, demorou entre seis meses a um ano.

Na Foto 4.4 o operador encontra-se a confirmar os valores dados pelo sistema piloto.



FOTO 4.4 – CONFIRMAÇÃO DOS NÍVEIS DOS RESERVATÓRIOS (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1990)



4.3. SISTEMA SCATE X

Em simultâneo com o desenvolvimento do Sistema Piloto de Telegestão, é aprovado um processo de concurso internacional para o projeto de um Sistema de Telegestão que compreendesse a centralização e o controlo em tempo real de todos os processos de captação, adução, tratamento e distribuição.

Este processo foi aprovado devido às crescentes necessidades que se sentiam na empresa em recorrer a técnicas modernas de gestão centralizada e automática através da automação e telecontrolo que permitiriam, às equipas responsáveis, o desempenho de tarefas prioritárias, nomeadamente [Gomes, 1981]:

- Assegurar a distribuição de água a toda a área de concessão, aumentando a fiabilidade do sistema de abastecimento;
- Melhorar a qualidade do serviço, quer a nível de qualidade, quer de pressões de serviço;
- Minimizar as perdas de água;
- Diminuir os custos com a exploração do sistema, otimizando a gestão de recursos e equipamentos.

Assim, e segundo o estudo elaborado pela EPAL, dotando o sistema de técnicas avançadas de telegestão, poder-se-iam observar outros benefícios, tais como:

- Otimização do sistema;
- Racionalização do processo de comando;
- Rapidez de decisão;
- Concentração e disponibilidade permanente de informação sobre o estado do sistema;
- Resolução rápida contra situações anómalas.

Surge então o projeto “EPAL- *Organisation du Système de Télégestion*” elaborado pela *Compagnie Générale des Eaux*. Devido às grandes diferenças de época das instalações da EPAL, a empresa projetista optou por elaborar um *Avant Project*



Détaillé, onde estavam minuciosamente descritos os trabalhos de adaptação dos edifícios antigos às mais modernas tecnologias dos anos 80.

4.3.1. Projeto da Compagnie Générale Des Eaux

Para que a empresa projetista pudesse formular um estudo detalhado de um sistema de telegestão centralizado de produção, transporte e distribuição do sistema de abastecimento, foi necessário um levantamento de todas as condutas, instalações operacionais, bem como das características da exploração dos respetivos órgãos de manobra.

Foi ainda aferido todo o equipamento de medida e automatização existente na época.

O objetivo geral do sistema de telegestão proposto visava os seguintes aspetos:

- Controlar, em tempo real, o funcionamento do sistema de abastecimento;
- Assegurar os automatismos locais;
- Realizar balanços de exploração através dos dados obtidos pelo sistema;
- Controlar, também em tempo real, a qualidade da água produzida e distribuída.

Para tal, teriam de ser centralizados todos os dados indispensáveis num centro de comando (despacho) que teria de dispor de avançados meios informáticos. Todos os órgãos do sistema de abastecimento seriam também providos de equipamentos de automatismo e teletransmissão (com ligações por cabo ou rádio-elétricas).

4.3.1.1. Arquitetura do Sistema de Telegestão

A arquitetura deste sistema de telegestão dividiu-se em quatro níveis hierárquicos distintos, os níveis 1, 2, 3 e 4 [Compagnie Générale des Eaux, 1988].



O nível 1 compreendia o centro de controlo encarregado da exploração do sistema, decisão acerca dos movimentos de água, controlo da qualidade da água produzida, transportada e distribuída, assim como a análise de todos os movimentos quantitativos da água (balanços ou dados estatísticos).

O nível 2 era composto pelo centro de controlo da qualidade da água, o centro de controlo da distribuição e o centro de controlo da produção.

O nível 3 compreendia as regiões de Vila Franca de Xira, da ETA de Vale da Pedra, e da ETA da Asseiceira.

O nível 4 era constituído pelas estações finais onde seriam implantados os sistemas constituídos por autómatos programáveis.

No **Anexo V** encontram-se as peças desenhadas do projeto (Desenho 01 e Desenho 02) referentes à organização do sistema de telegestão proposta pela Compagnie Générale des Eaux.

4.3.1.2. Constituição da Empreitada

A implantação do sistema de telegestão foi escalonada em quatro anos com quatro fases distintas:

- Trabalhos elétricos necessários para adaptação dos circuitos existentes;
- Execução de redes de comunicações para o sistema de telegestão (equipamentos rádio-elétricos, emissor-recetor e antenas);
- Fornecimento e instalação de equipamentos de automatismo e de teletransmissão;
- Distribuição de *hardware* e instalação de *software* nos centros de comando regionais e no centro de despacho de Lisboa.



4.3.1.3. Centros de Comando

O projeto contemplou ainda a construção de um edifício, destinado ao centro de comando de Lisboa (despacho), no recinto do Arco na Rua das Amoreiras (Foto 4.5). Dos vários recintos da EPAL estudados para a implementação do centro de comando, o recinto do Arco era o que menos perturbação iria proporcionar à necessária concentração dos operadores, dado que nele não existia a movimentação de trabalhadores que ocorria noutros recintos da cidade.

Neste centro de comando estavam agrupados diversos centros de controlo.



FOTO 4.5 – EDIFÍCIO DO CENTRO DE COMANDO NO RECINTO DO ARCO (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1995)

Os centros de comando foram dotados de computadores com o *software* SCATE X da EFACEC que começou a operar em 13 de maio de 1995, data em que se desligaram as restantes comunicações utilizadas até então.

Nas Figuras 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 e 4-5 poder-se-ão observar alguns exemplos de sinóticos do sistema de telegestão, utilizado até 2001.

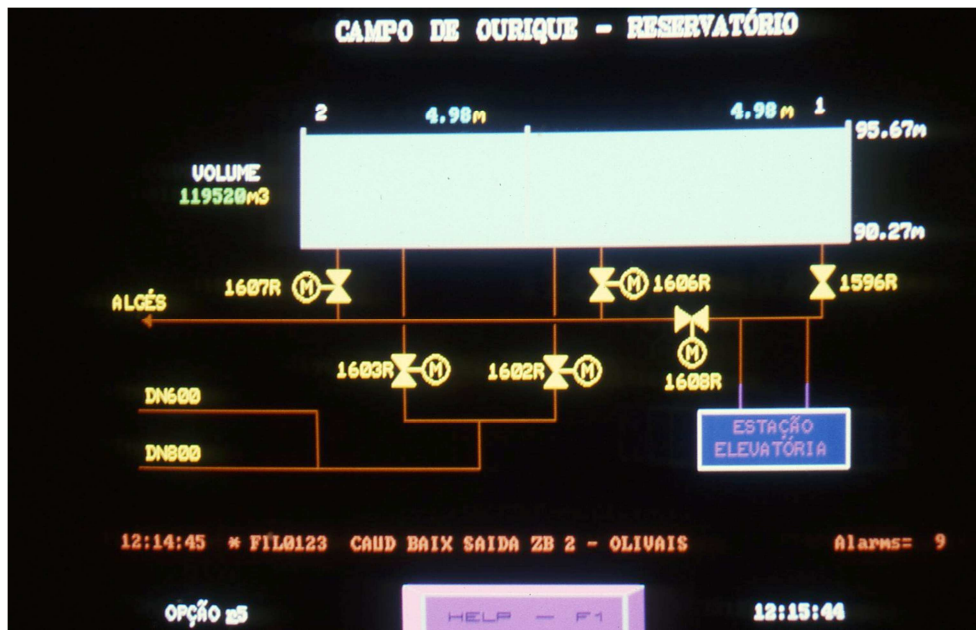


FIGURA 4-1 – SINÓTICO DO RESERVATÓRIO DE CAMPO DE OURIQUE (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1995)

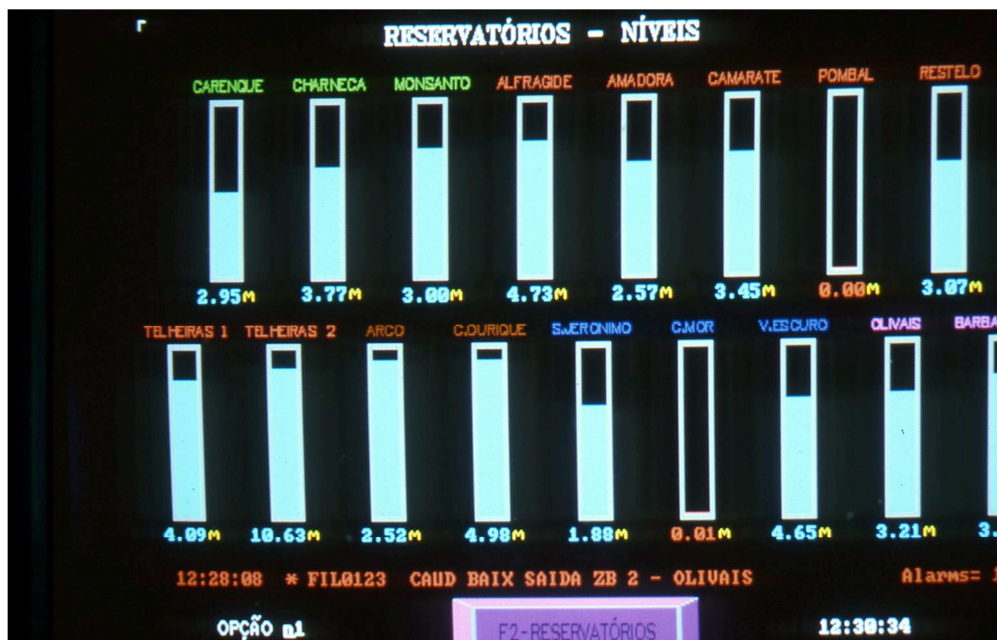


FIGURA 4-2 – SINÓTICO DE NÍVEIS DOS RESERVATÓRIOS (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1995)



FIGURA 4-3 – SINÓTIICO DE GRÁFICO (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1995)

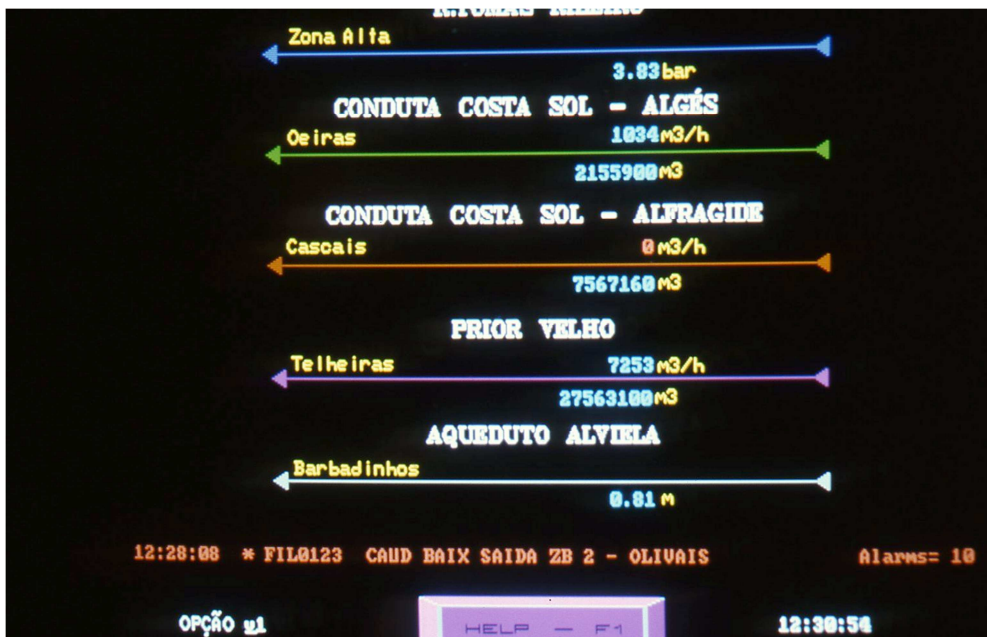


FIGURA 4-4 – SINÓTIICO DE CAUDAIS EM CONDUTAS (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1995)

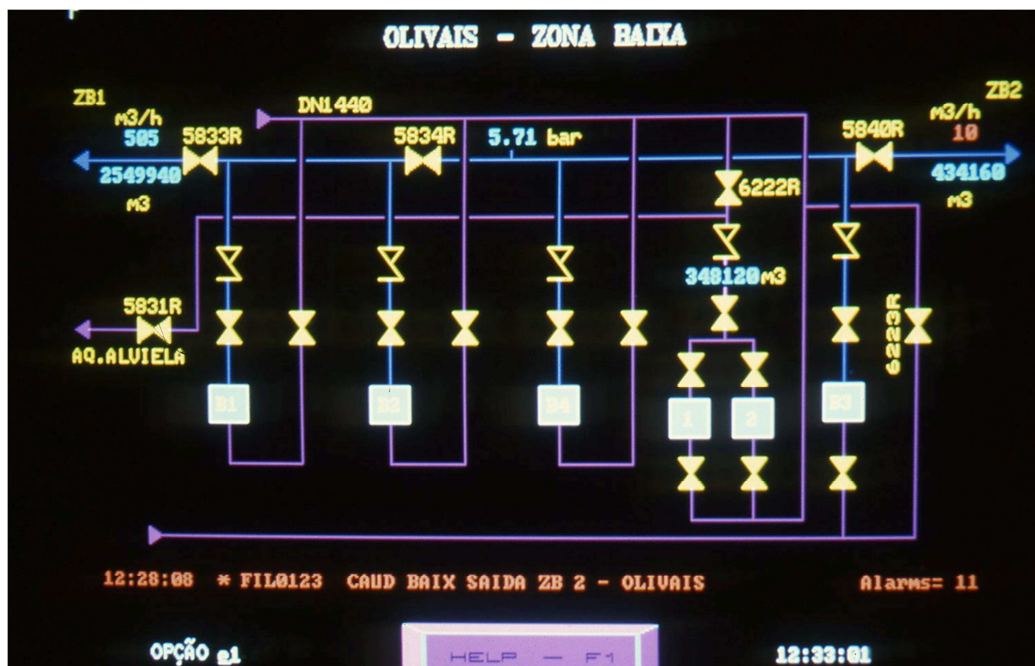


FIGURA 4-5 – SINÓTIPO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DOS OLIVAIS - ZONA BAIXA (ARQUIVO HISTÓRICO DA EPAL, 1995)





5. SISTEMA DE TELEGESTÃO DA EPAL

5.1. NOTA INTRODUTÓRIA

O sistema de abastecimento da EPAL desenvolve-se ao longo de uma extensão de cerca de 2 100 km e devido à sua implementação geográfica tão ampla, houve a necessidade de diminuir o tempo de controlo e ação em cada uma das diversas instalações operacionais. À distância de um botão...

Com a implementação do sistema de telegestão, passou a ser possível saber o que acontece numa instalação, segundo a segundo, bem como controlar todos os movimentos quantitativos e parâmetros qualitativos da água.

A telegestão permite, em tempo real, conhecer o estado do sistema de abastecimento, permitindo uma ação imediata para a resolução de eventuais problemas, garantindo-se a segurança da rede hidráulica através da implementação de automatismos que controlam e mantêm os valores corretos de funcionamento. São também controladas as variáveis de qualidade e quantidade ideais para a exploração do sistema. Numa fase seguinte, são armazenados todos os dados em históricos, permitindo assim uma gestão estatística que visa a melhoria das condições técnicas e económicas de exploração, bem como indicações relativas aos equipamentos ou outras informações relevantes para o adequado planeamento e tomada de decisões visando a prevenção de situações futuras que possam comprometer o serviço prestado [http://users.isr.ist.utl.pt/~pjcro/courses/api0910/Sem_A5.pdf].

O sistema de telegestão é designado, na terminologia anglo-saxónica, por SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) e é composto por diversos instrumentos essenciais à gestão eficaz de um sistema de abastecimento de água. Um sistema de telegestão é, de uma forma genérica, composto por equipamentos elétricos e eletromecânicos, instrumentação, autómatos, rede de comunicações e alarmes.

No presente capítulo serão abordadas algumas particularidades do sistema de telegestão utilizado nos centros de comando da EPAL para o controlo dos processos de captação, tratamento, adução e distribuição de água destinada ao consumo humano.



5.2. INSTRUMENTAÇÃO

A instrumentação é o primeiro passo a dar na implementação de um sistema de telegestão. Este funciona com base em informações obtidas pelos equipamentos existentes nas infraestruturas operacionais.

O sistema de instrumentação visa a aquisição de dados não tratados no local através de medição de determinada grandeza física. Para aumentar a fiabilidade e segurança do sistema de telegestão, deverá haver alguma redundância nos dados recolhidos, bem como a correta calibração dos equipamentos.

O processo de recolha de informação e a sua monitorização permitem, quer a operação dos órgãos de manobra, quer a medição de vários parâmetros que caracterizam o sistema de abastecimento (volumes de caudal, temperatura, nível, pressão,...) [Sousa, 2003].

Esta informação é facilmente interpretada pelos equipamentos de controlo de processo dando-se a transmissão de sinais que permitem ao operador do centro de comando a perceção do estado dos equipamentos no local e, em alguns casos, a alteração de alguns *setpoints*, como o débito de cloro, por exemplo, através de controladores locais.

Segundo [Sousa, 2003], num sistema de abastecimento, alguns dos parâmetros mais relevantes a controlar através da telegestão são a medição de caudal, a pressão e a indicação de nível, numa perspetiva de controlo de fluxos de caudal. Na perspetiva da qualidade existem outros parâmetros como a concentração de cloro, condutividade, pH e turvação.

A medição de caudal em pontos-chave do sistema de abastecimento é de extrema importância para a gestão do balanço e transferências de caudal nos subsistemas.

Os medidores de pressão informam o operador que o abastecimento de água está a ser efetuado nas condições de pressão adequadas. Alterações de pressão permitem também detetar, através de diminuições bruscas dos seus valores, a ocorrência de roturas. A variação brusca da pressão, através da deteção de subpressões ou



sobrepensões, indicam também a ocorrência de uma anomalia na rede de abastecimento ou manobras inadequadas.

Os indicadores de nível visam monitorizar o estado do sistema de abastecimento, assim como os valores de consumo, através das alterações de nível nos reservatórios. São indicações importantes dado que indicam o estado das reservas da EPAL e servem de salvaguarda no caso de ocorrências de anomalias na produção ou rede de distribuição. Estes níveis deverão fazer parte integrante do sistema de alarmística, como acontece no sistema de telegestão da EPAL.

5.3. AUTOMAÇÃO

O autómato recebe os dados obtidos pela instrumentação, tratando-os para que estes sejam processados e disponibilizados para o centro de comando. De uma outra forma, pode-se afirmar que o autómato faz a interligação do que se decide no centro de comando e o que é feito no local.



FOTO 5.1 – QUADRO DO AUTÓMATO DO POSTO DE CLORAGEM DE ALHANDRA (ARQUIVO PESSOAL, 2007)



Na EPAL os autómatos funcionam na sua generalidade de uma forma independente, estando definidos algoritmos capazes de continuar a controlar e monitorizar o funcionamento dos equipamentos que lhe são afetos, mesmo em caso de falha de comunicações com o centro do comando, o que confere à instalação a capacidade de funcionamento autónomo. Na Foto 5.1 está representado um quadro de autómato.

Existem diversos automatismos que contribuem para um menor consumo de energia, melhores condições de segurança, redução de ações repetitivas e intervenção de operadores no local. Alguns exemplos de automatismos utilizados na EPAL são os que usualmente se designam por:

- Arranque conjugado;
- Grupo com caudal zero;
- Posicionamento de válvulas ou comportas;
- Pressão baixa ou alta;
- Controlo de nível;
- Escalão horário.

A título de exemplo, o automatismo de pressão estabelece valores máximo e mínimo de pressão que, ao serem atingidos, desencadeiam automaticamente a paragem do grupo. O mesmo pode ser feito em relação a níveis ou até mesmo em relação a alguns parâmetros de qualidade.

5.4. REDE DE COMUNICAÇÕES

A implementação de uma rede de comunicações rápidas e fiáveis é indispensável à implementação de um sistema de telegestão.

A rede de comunicações é o meio de transmissão dos dados entre os autómatos locais e o centro de comando, local onde os dados são disponibilizados ao operador de centro de comando, e lhe dá a perceção de como se encontra todo o sistema de abastecimento, essencial para uma boa tomada de decisões. Uma boa decisão assenta no total conhecimento do estado das instalações e na capacidade de o fazer no menor



espaço de tempo possível, daí a importância de uma boa rede de comunicações. Esta rede deve ter baixos tempos de latência quer se trate de instalações existentes na proximidade do centro de operações quer de uma instalação mais afastada.

Assim, a rede tem de ser célere, devido à necessidade de rapidez de resposta num sistema de telegestão que se pretende em tempo real.

Para que os sinais sejam transmitidos para o SCADA, a rede de comunicações tem de ser constituída por:

- Canal de transmissão;
- Equipamento de envio;
- Equipamento de receção.

O canal de transmissão é feito através de diversos meios de comunicação que podem ser metálicos, de fibra ótica ou mesmo sem fios.

São utilizados vários tipos de equipamento para conversão de meios, como por exemplo *modems* e *bridges*, e outros para gestão e roteamento da rede, como *routers* ou *switches*.

Na EPAL o protocolo de comunicações utilizado é o TCP/IP. “*O protocolo de comunicações consiste no conjunto de regras de definem e regem a natureza e as relações que existem entre mensagens trocadas entre unidades de transmissão distantes*” [Sousa, 2003]. Para aumentar a fiabilidade global do sistema, existe uma redundância ao nível da via IP que comuta para as ligações possíveis.

Quanto aos meios de comunicação existentes, as informações são transmitidas à distância, desde a instalação operacional até ao centro de comando, através de uma rede de comunicações próprias da empresa (cabo de cobre, cabo de fibra ótica e rádio) ou através de uma rede alugada a um operador de comunicações (linhas comutadas e linhas dedicadas). Devido aos elevados custos de exploração nos casos de aluguer de rede, nos locais onde foi possível, a EPAL procedeu à criação de uma rede de comunicações interna.

Na Foto 5.2 mostra-se um equipamento ativo de rede onde se podem distinguir vários componentes essenciais à chegada das informações à telegestão, nomeadamente, o



router, o *switch*, e a ligação de cabos de cobre e fibra ótica. O *router* é o dispositivo que separa a rede EPAL (mais abrangente) da rede do centro de comando (telegestão). O *switch* faz a ligação do equipamento, com cabos de cobre ou fibra ótica, reencaminhando as comunicações para o *router*.

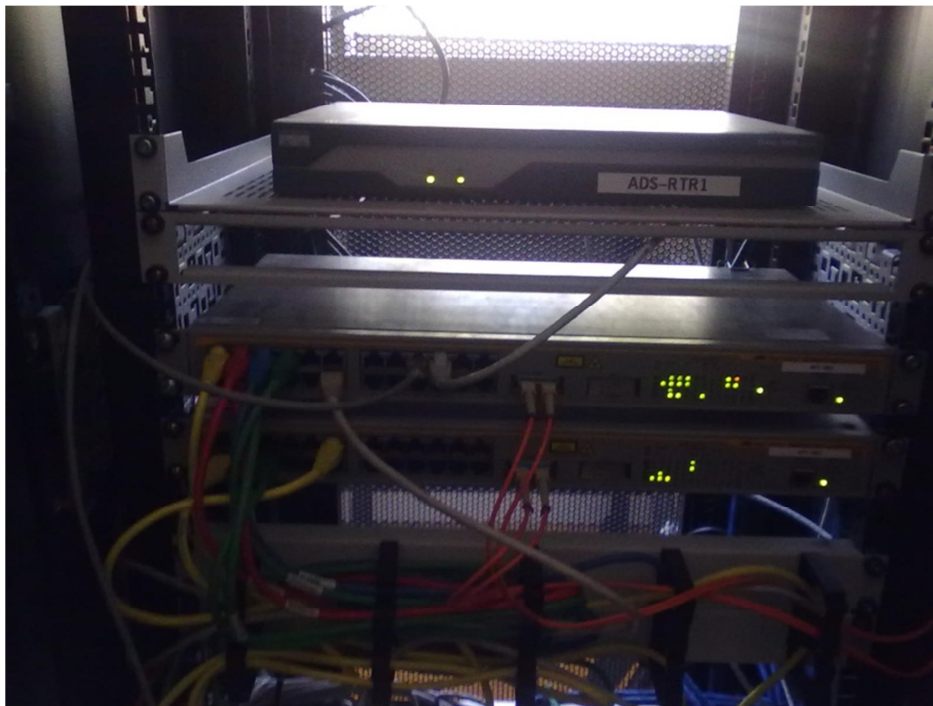


FOTO 5.2 – EQUIPAMENTO ATIVO DE REDE (FOTO GENTILMENTE CEDIDA POR VÍTOR SANTOS, 2012)

Tal como mencionado, existem algumas comunicações que são garantidas via rádio. Este tipo de comunicações é usualmente utilizado em locais mais isolados, como é o caso do recinto das nascentes de Olhos de Água (Foto 5.3). Este tipo de comunicações foi desenvolvido numa fase anterior ao sistema de telegestão, uma vez que era via rádio que os operadores dos centros de comando existentes na época comunicavam com os operadores de terreno que se deslocavam às instalações operacionais para as manobrem no local.



FOTO 5.3 – ANTENA DE RÁDIO EXISTENTE NO RECINTO DAS NASCENTES DE OLHOS DE ÁGUA (ARQUIVO PESSOAL, 2012)

Existem vários transmissores e retransmissores de rádio nas instalações operacionais. Nas captações das Lezírias os recintos transmitem sinais (Foto 5.4) para a captação mais a jusante até ao G1 que comunica com o retransmissor de Monte Gordo ou Charneca.



FOTO 5.4 – ANTENA DE RÁDIO EXISTENTE NO G3 DAS CAPTAÇÕES DAS LEZÍRIAS II (ARQUIVO PESSOAL, 2012)

5.5. VISUALIZAÇÃO DO SISTEMA (SCADA HMI)

5.5.1. Arquitetura do Sistema

Um sistema de telegestão deve ser dividido em diferentes níveis hierárquicos de modo a otimizar fatores como a modularidade, fiabilidade, simplicidade, operacionalidade e facilidade de manutenção [Sousa, 2003].

Na EPAL a telegestão encontra-se dividida hierarquicamente através de uma organização em árvore composto por unidades de supervisão e de zona. Este tipo de organização permite ao sistema de telegestão uma elevada flexibilidade permitindo retirar e/ou acrescentar unidades, autonomia e fiabilidade, uma vez que uma avaria numa unidade não implica a interrupção de todo o sistema, dado que cada unidade é independente das restantes unidades.



A unidade de supervisão está instalada no centro de comando (também designado por centro de despacho), dispendo de servidores aplicativos, servidores de dados (*I/O servers*) e sistema de visualização, controlo e projeção de sinóticos. As unidades de supervisão monitorizam a gestão feita para cada uma das unidades de zona, às quais envia ações de controlo de acordo com as diretrizes de exploração do sistema de abastecimento. As unidades de zona procedem à gestão técnica e operacional transmitindo os parâmetros geradores de ações nos diferentes automatismos existentes nas instalações operacionais (níveis, pressões ou *setpoints* de caudal que originam o arranque ou paragem de grupos eletrobomba). Para que haja a troca de informação necessária entre unidades de supervisão e de zona, é fundamental um sistema de transmissão de dados à distância, dada a elevada extensão do sistema de abastecimento da EPAL. Existem também ligações redundantes entre diferentes unidades de acordo com a sua criticidade ou importância para o sistema de abastecimento.

Na EPAL existem quatro centros de comando: dois associados às estações de tratamento de água e dois ao sistema de transporte e distribuição, trabalhando um em redundância do outro em caso de inoperacionalidade. Todavia, todos os centros de comando comunicam entre si para obtenção de dados, principalmente originários de instalações localizadas na fronteira das responsabilidades de cada um dos centros de comando ou com elevada importância estratégica para a otimização do sistema de produção e distribuição.

Os centros de comando das fábricas de água de Vale da Pedra e da Asseiceira permitem a gestão e controlo de todas as operações e processos unitários relativos ao tratamento da água. Nos centros de comando de Lisboa (recinto do Arco e recinto dos Olivais) procede-se à gestão e controlo da água desde a captação até à sua distribuição. A arquitetura da telegestão encontra-se esquematizada na Figura 5-1.

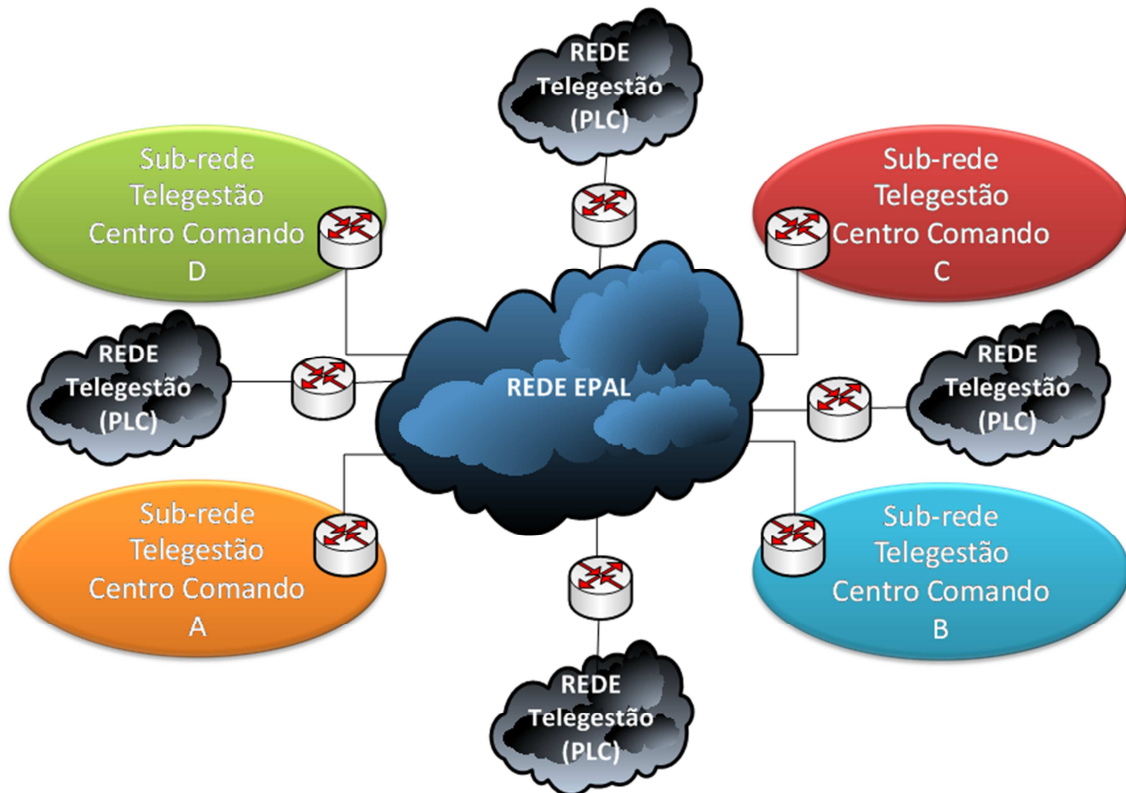


FIGURA 5-1 – ESQUEMA DA ARQUITETURA DA TELEGESTÃO NA EPAL (GENTILMENTE CEDIDO POR VÍTOR SANTOS, 2012)

O centro de comando é constituído por:

- 2 servidores Citect SCADA (*software* de visualização e supervisão);
- 1 servidor de base de dados;
- 1 servidor *web* (para acessos fora do centro de comando);
- 2 ou mais *I/O servers*;
- 2 ou mais estações de trabalho.

Na Foto 5.5 observam-se os *I/O servers* e os servidores aplicativos do Citect SCADA. Os *I/O servers* comunicam com os autómatos locais fazendo o tratamento e armazenamento de informações obtidas pelos autómatos. Os servidores aplicativos acedem posteriormente aos *I/O servers* para obterem e tornarem visíveis os dados aos operadores do centro de comando. Esta arquitetura



permite o tratamento célere de um grande volume de informação proveniente do terreno e assim libertar ao máximo a capacidade de processamento dos servidores aplicativos.



FOTO 5.5 – I/O SERVERS E SERVIDORES APLICACIONAIS DO CITECT SCADA (FOTO GENTILMENTE CEDIDA POR VÍTOR SANTOS, 2012)

Os sistemas presentes nos centros de comando também necessitam de informações provenientes de outros sistemas existentes na rede privada da EPAL e vice-versa. Um exemplo disso, tal como foi referido anteriormente, são os dados provenientes do iMC, sistema que integra pontos de medição não existentes no sistema de telegestão mas que são essenciais para um melhor planeamento e gestão de recursos. O funcionamento de cada centro de comando e a interligação da telegestão com outras aplicações está esquematizado na Figura 5-2.

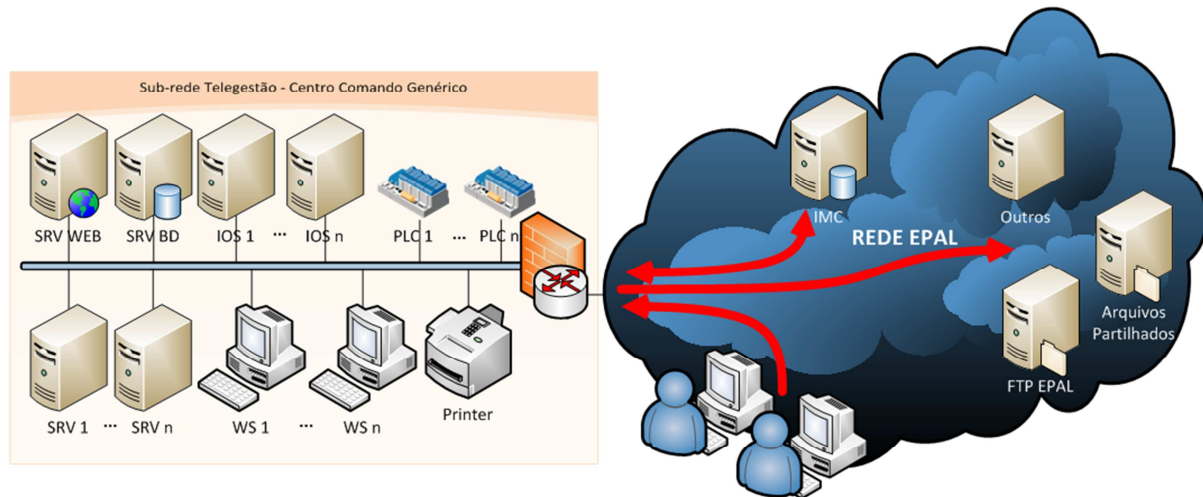


FIGURA 5-2 – ESQUEMA GENÉRICO DO SISTEMA DE TELECOMANDO (GENTILMENTE CEDIDO POR VÍTOR SANTOS, 2012)

5.5.2. Funcionalidades

5.5.2.1. Visualização e Controlo

A visualização e o controlo de todo o sistema de abastecimento são feitos através de sinóticos. Estes são o meio de comunicação entre o operador e o sistema de telegestão, pois é através dos sinóticos que são monitorizados e comandados os principais órgãos de manobras do sistema de abastecimento. Estes permitem assim a visualização de todos os parâmetros quantitativos e qualitativos.

De acordo com as funções pretendidas, existem vários tipos de sinóticos: os sinóticos principais, os de detalhe, de comando, de configuração, de comunicações e o sinótico de supervisor [Apontamentos sobre Telegestão, 2011].

Os sinóticos principais são sinóticos onde é representado o sistema de uma forma global e simplificada.

A partir destes, poder-se-á aceder aos diversos sinóticos de detalhe que são respeitantes a instalações ou áreas do sistema muito específicas e são dotados de um grau de pormenor discriminado.

Os sinóticos de comando permitem o controlo dos órgãos de manobra do sistema de abastecimento. Só pessoas com determinado grau de acesso poderão ter a opção de comando disponível.

Os sinóticos de configuração possibilitam a alteração de parâmetros cujo objetivo é a otimização da gestão do sistema de abastecimento.

Os sinóticos de comunicações referenciam todos os equipamentos que integram a rede de comunicações.

Finalmente, o sinótico de supervisor possibilita a gestão de utilizadores, configuração de alguns aspetos do sistema de telegestão e a execução de aplicações que mereçam elevado grau de segurança.

Nos centros de comando destinados ao controlo das captações subterrâneas, adução, transporte e distribuição, os sinóticos dividem-se em: produção, distribuição e rede de Lisboa e tratamento do sistema de adução e da rede da cidade de Lisboa. Nas Figuras 5-3, 5-4 e 5-5, estão exemplos dos sinóticos mencionados que poderão ser considerados como sinóticos principais aos quais estão associados os sinóticos de detalhe relativos a cada instalação.

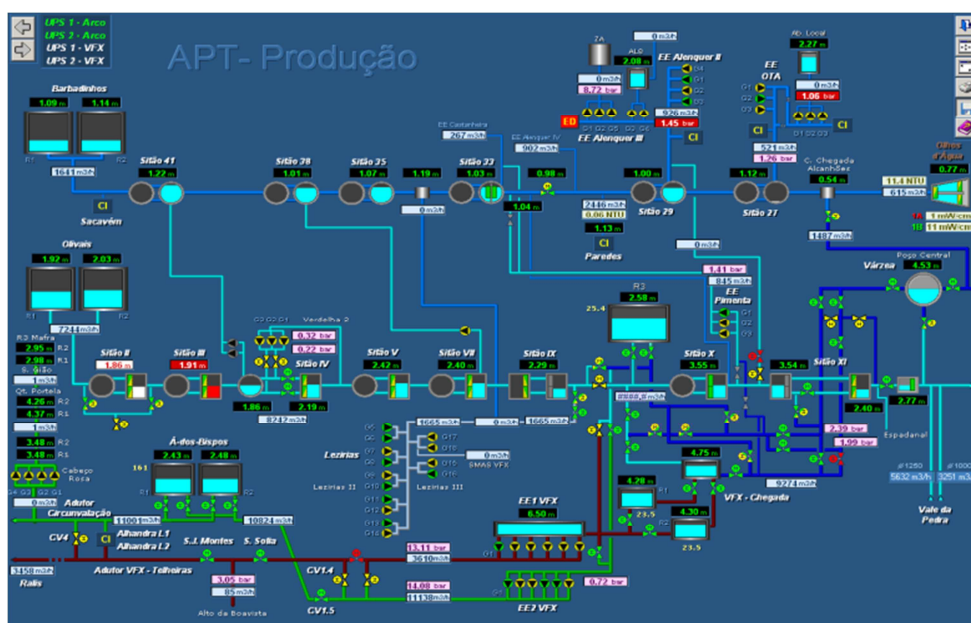


FIGURA 5-3 – SINÓTIICO DE PRODUÇÃO (EPAL, 2012)

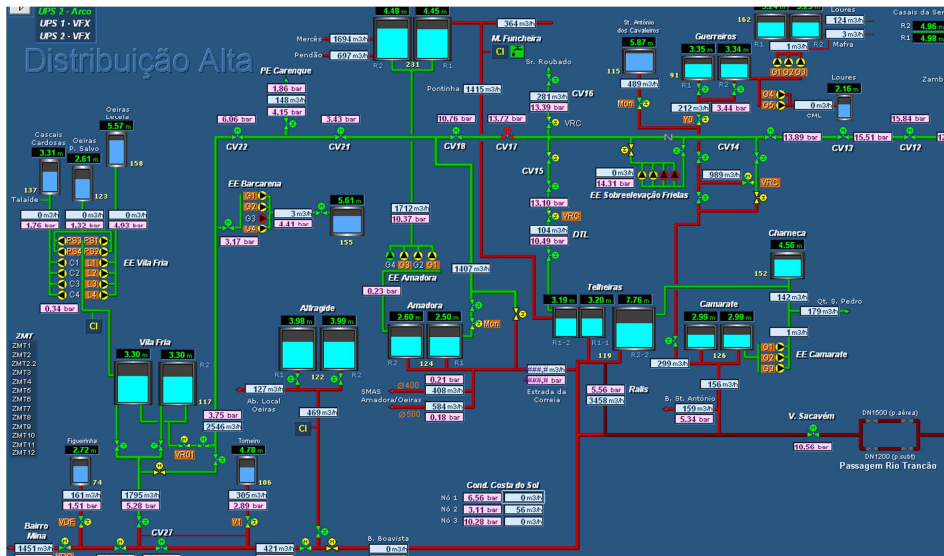


FIGURA 5-4 – SINÓTICO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (EPAL, 2012)

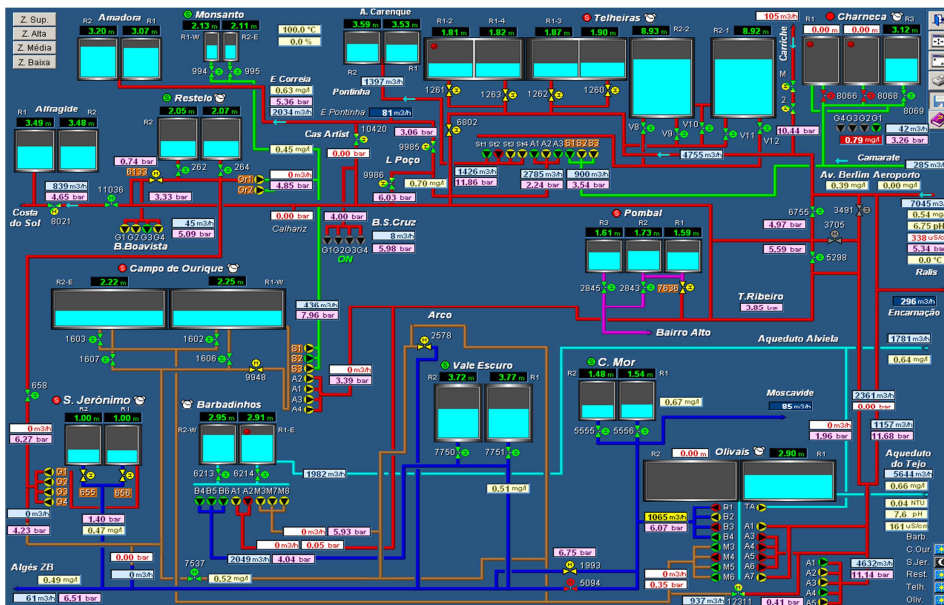


FIGURA 5-5 – SINÓTICO DA REDE DE LISBOA (EPAL, 2012)

Nos sinóticos de detalhe do sistema de abastecimento podemos encontrar sinóticos de instalações operacionais como postos de cloração, estações elevatórias e reservatórios (Figuras 5-6, 5-7 e 5-8, respetivamente).

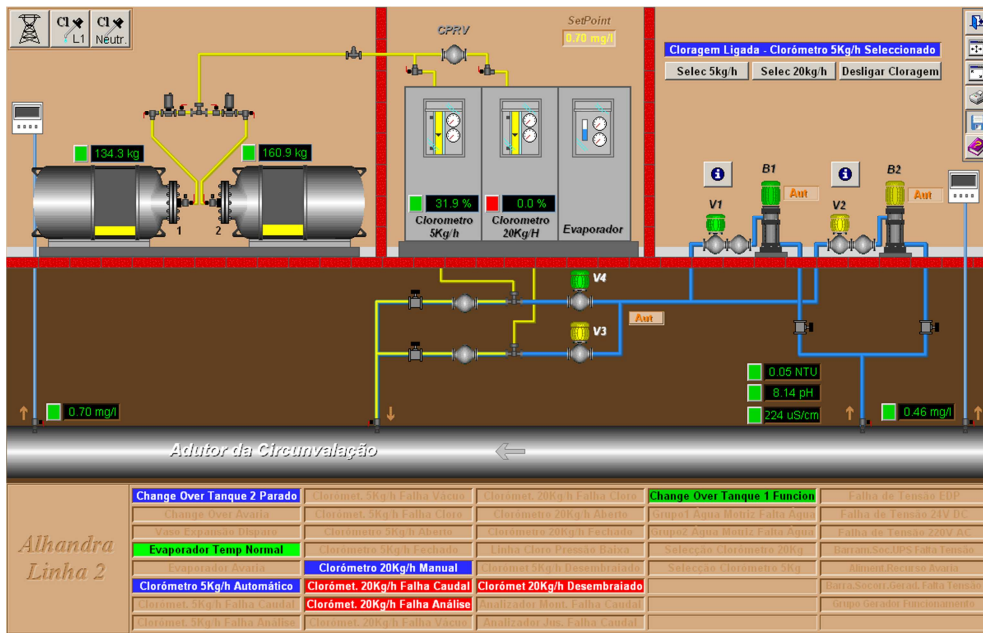


FIGURA 5-6 – SINÓTIÇO DO POSTO DE CLORAGEM DE ALHANDRA – LINHA 1 (EPAL, 2012)

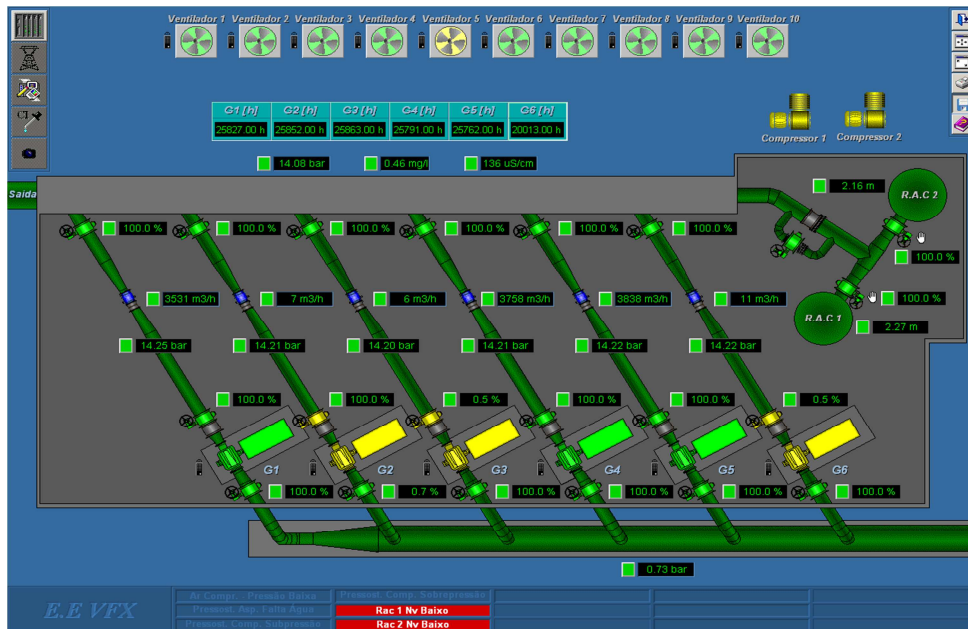


FIGURA 5-7 – SINÓTIÇO DA EE DE VILA FRANCA DE XIRA (EPAL, 2012)

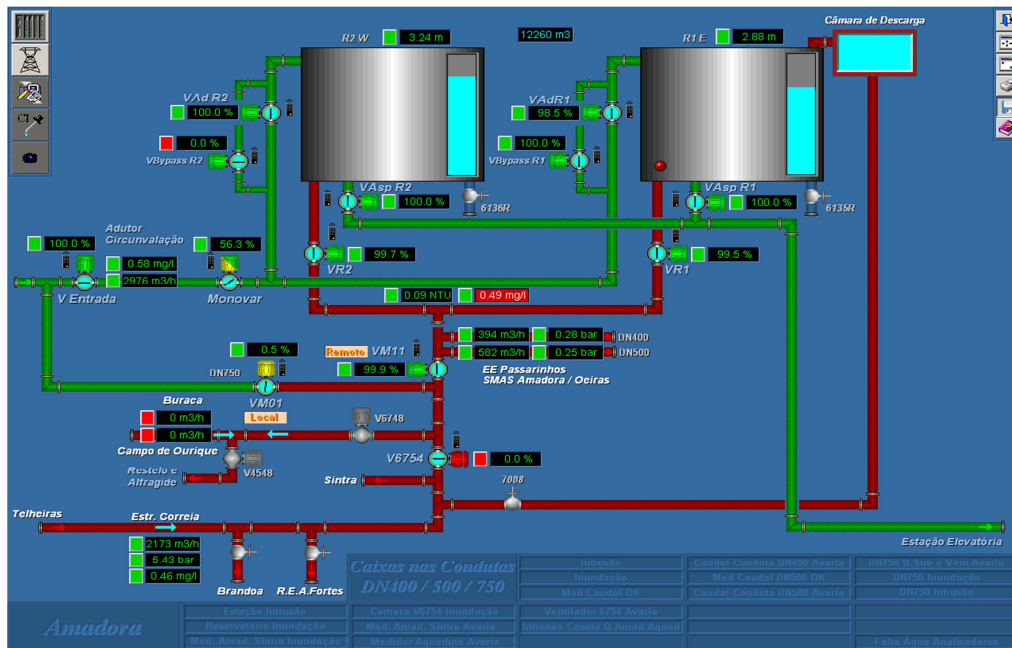


FIGURA 5-8 – SINÓTIPO DO RESERVATÓRIO DA AMADORA (EPAL, 2012)

Tal como referido anteriormente, os sinóticos de comando visam o controlo dos órgãos de manobra. Pode-se afirmar que diariamente os mais utilizados são os de comando de grupo eletrobomba e os de comando de válvula.

Os sinóticos de comando de válvula permitem, entre outros comandos, a abertura e fecho da válvula, repor a operacionalidade da mesma (fazendo um *reset* da alarmística referente à válvula, disponibilizando-a para comando caso todos os alarmes estejam inativos), ou mesmo controlar um conjunto de alarmes associados à válvula.

Os sinóticos de comando de grupo eletrobomba permitem, entre outros comandos, a paragem e o arranque do grupo, a escolha da velocidade, bem como a configuração de nível através de tabelas de consignação.

As tabelas de consignação existentes nos sinóticos de comando são tabelas onde figuram valores pré-definidos de acordo com as necessidades do sistema, cujo objetivo é garantir a gestão automática de determinados parâmetros. Uma gestão

do tipo “gestão por tabela horária”, por exemplo, afigura-se extremamente eficaz na gestão energética.

Nos sinóticos de comando podem-se estabelecer os parâmetros de funcionamento de cada instalação, bem como definir e alterar *setpoints* de parâmetros como o caudal, pressão, cloro, velocidade dos grupos e abertura de válvulas.

A Figura 5-9 exemplifica um sinótico de um esquema elétrico. Através dele pode-se visualizar a tensão, corrente, potência, energia e estado dos órgãos elétricos (disjuntores, transformadores, seccionadores, ...). Em alguns casos, é ainda permitido o comando dos disjuntores.

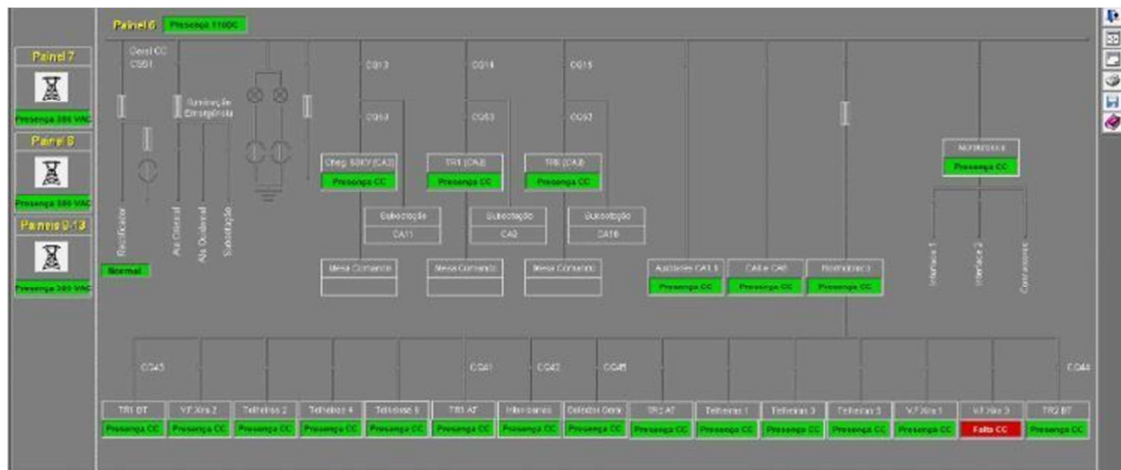


FIGURA 5-9 – SINÓTICO COM O ESQUEMA ELÉTRICO DE VILA FRANCA DE XIRA (EPAL, 2012)

O comando das captações subterrâneas possibilita a paragem automática de emergência dos grupos se os parâmetros da qualidade não se encontrarem de acordo com os limites pré-estabelecidos. Nestes locais, afetos ao centro de comando de Lisboa dada a sua especificidade, existem mais parâmetros indicadores da qualidade da água do que ao longo do sistema de transporte e distribuição.

Como anteriormente mencionado, existem dois centros de comando destinados ao tratamento da água, nomeadamente o centro de comando da ETA da Asseiceira e o centro de comando da ETA de Vale da Pedra.



Nas ETA, o sistema de telegestão também permite controlar as várias fases do processo de tratamento, como por exemplo, definir *setpoints* num filtro de areia (nível de água, colmatção, tempo de filtração, ...), tal como se verifica pela Figura 5-10.

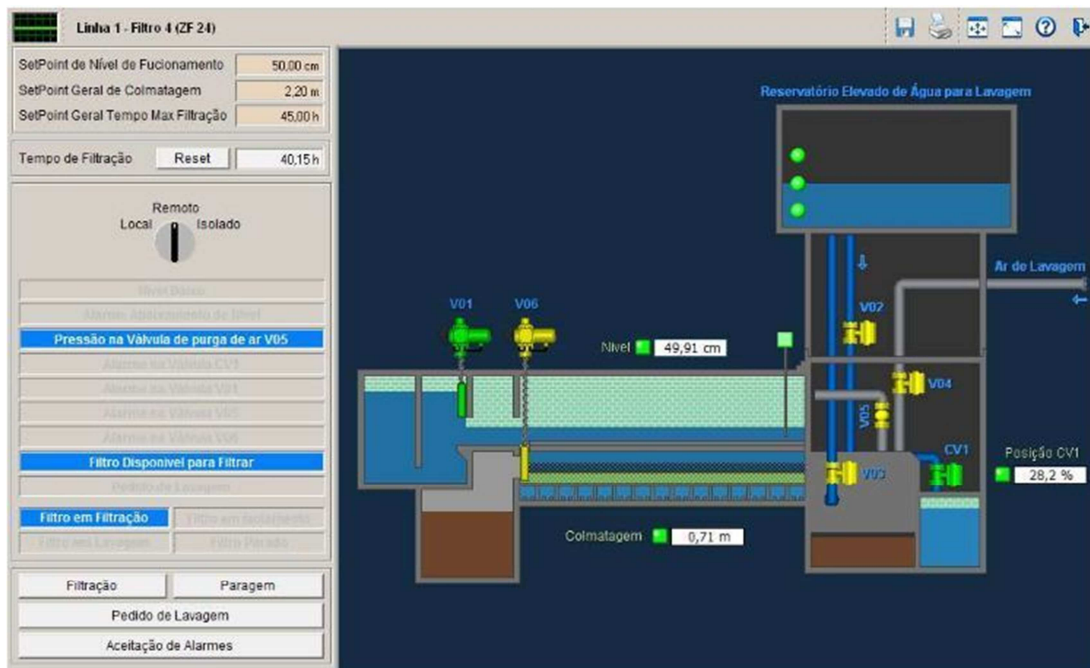


FIGURA 5-10 – SINÓTICO DE FILTRO DA ETA DA ASSEICEIRA (EPAL, 2012)

5.5.2.1.1. Alarmística

O sistema de telegestão tem associado a si um sistema de alarmes cuja função é alertar o operador para eventos que carecem da sua atenção e de tratamento especial.

Trata-se de uma das funcionalidades mais importantes de um sistema de telegestão. Os alarmes exigem, mediante o seu nível importância, um tratamento de carácter excepcional que pode levar a paragem de uma estação, manobras de recurso no sistema de abastecimento ou intervenção de um operador no local.



Quando um alarme é emitido, surge nos sinóticos aos quais está associado, acompanhado com um sinal sonoro, ficando também registado na lista de alarmes ativos (figura 5-11).

Data	Hora	Estação	Descritivo
21-09-2012	11:54:49	BAR	Caudal 10.16 m3/h
21-09-2012	11:53:09	EES	Nível R. Sardacal Celula 1 Baixo
21-09-2012	11:50:59	ECS	Nível Celula 1 1.76 m
21-09-2012	11:40:09	DLA	Poco Escorrencias Nivel Baixo
21-09-2012	11:35:59	DLA	Parafuso Extractor 080 MG022C Ind Electrica
21-09-2012	11:35:59	DLA	Parafuso Extractor 080 MG022C Avaria
21-09-2012	11:33:49	CMJ	pH Entr. Cist. L2 8.89 pH
21-09-2012	11:30:29	DLA	Parafuso Extractor 080 MG022B Ind Electrica
21-09-2012	11:30:29	DLA	Parafuso Extractor 080 MG022B Avaria
21-09-2012	11:30:29	BFL	Cisterna Agua p/ Lavagem Nivel Baixo
21-09-2012	11:22:09	DLA	Parafuso Extractor 080 MG022A Ind Electrica
21-09-2012	11:22:09	DLA	Parafuso Extractor 080 MG022A Avaria
21-09-2012	11:52:59	RGS/SCR	Cal Apagada Tremonha Intermedia Nivel Alto
21-09-2012	11:51:19	V04	Caudal T. Novas 344.20 m3/h
21-09-2012	11:50:59	EE2	Nível R3 1.31 m
21-09-2012	11:44:59	LI1CL	Cl. Adutor L2 0.88 mg/l
21-09-2012	11:39:39	DLA	Poco Escorrencias Nivel Alto
21-09-2012	11:23:39	SAL	L2 Caudal Sulfato 33.06 l/h
21-09-2012	11:21:59	CBD	G4VV Pos Val. VC 100.00 %
21-09-2012	11:20:59	BFL	Filtro 1 Nivel Baixo

FIGURA 5-11 – SINÓTIICO DE ALARMES (EPAL, 2012)

A lista de alarmes mostra todos os alarmes associados a uma cor que indica o estado da ocorrência:

Vermelho: alarme ativo;

Verde: alarme desativado;

Branco: aceitação de alarme;

Azul: indica eventos, tais como paragem ou arranque de grupos;

Amarelo: alarme inibido.

A aceitação do alarme pressupõe que o operador tenha tomado conhecimento do mesmo e que tomou as medidas necessárias para a resolução do problema desencadeador do alarme ou efetuou as manobras de recurso adequadas para ultrapassar o problema.



Após a resolução dos eventos que deram origem ao sinal de alarme, os mesmos são armazenados no registo de ocorrências do SCADA.

Dado que a lista de alarmes pode ser demasiado extensa para que o operador possa facilmente perceber quais os alarmes mais relevantes e que carecem de solução imediata, alguns alarmes não relevantes são tratados como eventos. Deste modo não constam da lista de alarmes mas são apresentados no registo de ocorrências para que possam ser consultados quando necessário.

O sistema permite também a consulta de alarmes através do histórico com a aplicação de filtros tais como local, hora ou equipamento.

Na EPAL existem alarmes de equipamentos e alarmes de instalação. Nos alarmes de equipamentos, estão incluídos todos os eventos que podem ocorrer num equipamento ou órgão de manobra. Os alarmes de instalação são mais abrangentes e referem-se a ocorrências na instalação operacional, como o alarme de intrusão ou inundação.

5.5.2.1.2. Parâmetros da Qualidade

Tal como foi referido anteriormente, existem diversos parâmetros relativos à qualidade da água controlados por equipamentos de monitorização que enviam dados, em tempo real, para o sistema de telegestão.

A monitorização em contínuo desses parâmetros constitui um meio de informação permanente sobre o seu estado, permitindo a deteção atempada de eventuais alterações de qualidade da água. Para tal, existem analisadores de diversos parâmetros colocados em pontos estrategicamente selecionados (Foto 5.6).

A qualidade da água reflete os efeitos das opções de exploração do sistema de abastecimento e conseqüente mistura de águas provenientes de fontes diversas. Estas misturas têm origem quer no sistema de adução e transporte, através das

interligações entre adutores, quer na rede de distribuição, com as elevações e sobrelevações entre diferentes zonas de abastecimento.



FOTO 5.6 – QUADRO DE ANALISADORES (ARQUIVO PESSOAL, 2008)

A Figura 5-12 mostra o sinótico referente ao tratamento do sistema de adução e transporte onde se podem observar os locais onde estão instalados os analisadores e os parâmetros analisados.

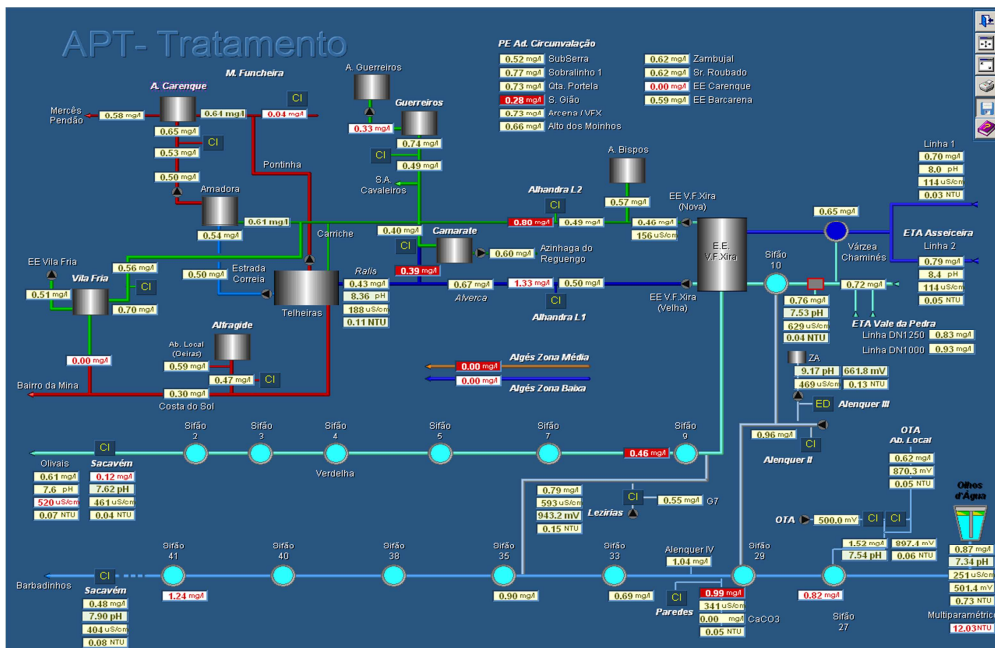


FIGURA 5-12 – SINÓTIKO DE TRATAMENTO DO SISTEMA DE ADUÇÃO (EPAL, 2012)



O parâmetro mais monitorizado ao longo do sistema de abastecimento é o cloro residual, uma vez que nos permite controlar de modo indireto a qualidade microbiológica da água.

Porém, existem outros parâmetros que, são também essenciais para o controlo da qualidade da água, nomeadamente:

- Cloro residual;
- Condutividade;
- pH;
- Potencial de oxidação/redução (redox);
- Temperatura;
- Turvação.

A medição de cloro residual, tal como referido anteriormente, permite controlar indiretamente a existência de microrganismos na água. Uma vez que se trata de um parâmetro não conservativo, ou seja, os seus valores não se mantêm constantes, verifica-se que a sua concentração diminui ao longo do tempo.

Em diversas zonas do sistema de abastecimento, é suficiente monitorizar apenas o teor em cloro, sobre o qual se pode atuar diretamente alterando os valores de cloragem.

A condutividade é a capacidade da água conduzir corrente elétrica (Alves, 2010), sendo um parâmetro físico-químico conservativo, que poderá fornecer orientações acerca da composição físico-química da água, dependente das suas origens ou das eventuais misturas, dado que as origens de água da EPAL apresentam valores de condutividade distintos.

O pH é um parâmetro físico-químico conservativo que permite conhecer a acidez ou basicidade da água, influenciando a eficiência da desinfeção e, conjuntamente com outros parâmetros, o equilíbrio calco-carbónico da água de modo a que esta não deteriore os materiais com os quais está em contacto.



O potencial redox avalia a tendência da água receber ou ceder eletrões e a sua monitorização, completada com alterações simultâneas de outros parâmetros indicadores, permite detetar variações na qualidade da água.

A medição da temperatura possibilita a deteção da influência de outros parâmetros de qualidade da água, nomeadamente o cloro residual.

O parâmetro de turvação indica a quantidade de partículas suspensas na água. Este parâmetro permite ainda detetar alterações de escoamento associadas às manobras de suspensões de condutas que poderão originar um aumento brusco de turvação.

Dever-se-á ter ainda em consideração que valores elevados de turvação podem afetar a eficiência da desinfecção.

Nas estações de tratamento de água são ainda monitorizados os seguintes parâmetros:

- Absorvância a 254 nanómetros;
- Alcalinidade total;
- Alumínio;
- Amónio;
- COT (Carbono Orgânico Total);
- Dureza total;
- Nitratos;
- Oxigénio dissolvido;
- Ozono residual.

Estes valores existem nos centros de comando das Fábricas da Asseiceira e de Vale da Pedra, servindo de base para o controlo e ajuste do processo de tratamento e funcionamento hidráulico.

Os automatismos implementados não só mantêm os valores corretos de funcionamento, como também permitem a intervenção sobre os órgãos finais de controlo das variáveis e o armazenamento de dados.



A Figura 5-13 refere-se ao sinótico dos principais parâmetros, relativos à qualidade, medidos na estação de tratamento de água de Vale da Pedra.

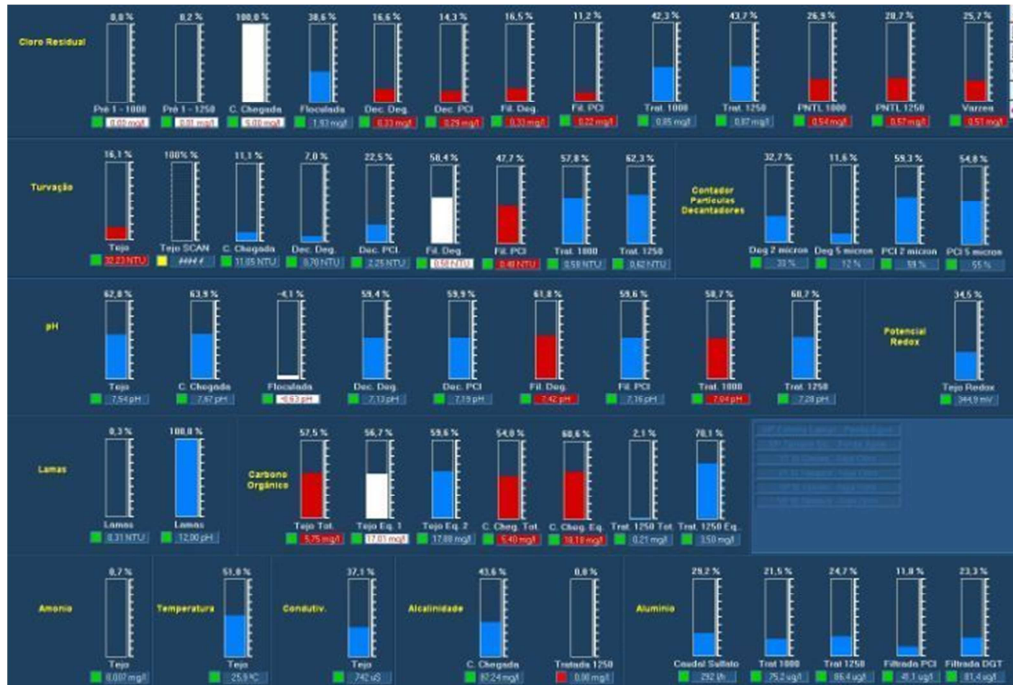


FIGURA 5-13 – SINÓTIICO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE NA ETA DE VALE DA PEDRA (EPAL, 2012)

5.5.2.1.3. Gestão Energética

Todas as manobras de arranque de grupos eletrobomba para elevação de água para reserva são feitas de forma disciplinada obedecendo a uma programação que otimiza ao máximo os períodos de menor tarifação energética (vazio e/ou supervazio), salvo em situações em que, devido a condicionantes de exploração do sistema, se torna impossível aguarar pelo horário mais económico.

O funcionamento dos órgãos de manobra, como por exemplo, grupos elevatórios, por exemplo, dá-se normalmente de forma automática de acordo com valores pré-estabelecidos em tabelas de consignação. Tal como foi referido anteriormente, estas tabelas proporcionam a gestão automática de



determinados comandos predefinidos de acordo com as necessidades do sistema.

Existem assim tabelas de consignação dos vários órgãos de manobras ou instalações, como por exemplo, válvulas, grupos eletrobomba ou reservatórios.

As tabelas de consignação dos reservatórios relacionam diretamente os valores de nível do reservatório (níveis mínimo e máximo) com o arranque ou paragem de grupos eletrobomba ou abertura e fecho de válvulas, tal como se pode ver na Figura 5-14.

Horas	Nível de Monsanto (R2)		Nível do Restelo (R2)			
	Grupo em Serviço		Válvula 6133 Abertura		Válvula 6133 Fecho	
	Arranque	Paraçem	Pressão Z.A.	Nível	Pressão Z.A.	Nível
0,05 h	2,00 m	3,00 m	1,00 bar	1,50 m	0,05 bar	4,00 m
1,00 h	0,90 m	1,50 m	1,00 bar	1,50 m	0,05 bar	4,00 m
2,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,50 m	0,05 bar	4,00 m
3,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,40 m	0,05 bar	4,00 m
3,30 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	2,15 m	0,05 bar	4,00 m
4,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	2,30 m	0,05 bar	4,00 m
5,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	2,60 m	0,05 bar	4,00 m
6,00 h	0,90 m	3,85 m	1,00 bar	2,60 m	0,05 bar	4,00 m
6,50 h	0,90 m	3,90 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
8,00 h	0,90 m	3,85 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
9,00 h	0,90 m	3,85 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
9,20 h	0,90 m	3,80 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
9,30 h	0,90 m	3,60 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
10,00 h	0,90 m	3,50 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
10,25 h	0,90 m	1,80 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
11,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
11,30 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
12,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
12,35 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,20 bar	1,50 m
12,45 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	1,50 m
13,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m
14,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	3,00 m
15,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	3,00 m
16,00 h	0,90 m	2,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	3,00 m
17,00 h	0,90 m	1,80 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	3,00 m
18,00 h	0,90 m	1,80 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	3,00 m
18,45 h	0,90 m	1,70 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,50 m
19,00 h	0,90 m	1,60 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,20 m
19,30 h	0,90 m	1,60 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,20 m
20,00 h	0,80 m	1,50 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m
20,30 h	0,80 m	1,50 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m
21,00 h	0,80 m	1,50 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m
22,00 h	0,90 m	1,50 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m
23,05 h	2,50 m	3,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m
23,59 h	2,00 m	3,00 m	1,00 bar	1,10 m	0,05 bar	2,00 m

FIGURA 5-14 – SINÓTIPO DA TABELA DE CONSIGNAÇÃO DO RESERVATÓRIO DO RESTELO (EPAL, 2012)



5.5.2.1.4. Automatismo Antissísmico

Devido ao facto de Lisboa ser uma cidade vulnerável a atividade sísmica, foram colocados sismógrafos em alguns dos mais importantes reservatórios da rede de distribuição.

Estes equipamentos estão associados a um automatismo que ao detetar atividade sísmica, isola as células do reservatório.

Na Figura 5-15 pode-se observar um reservatório pertencente à rede de distribuição onde está assinalada a existência do dispositivo antissísmico.

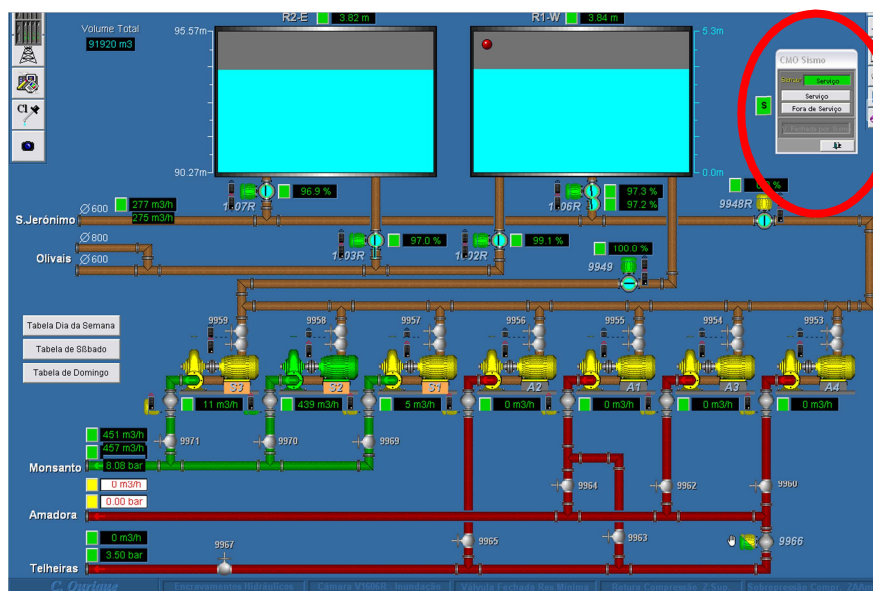


FIGURA 5-15 – RESERVATÓRIO DA REDE DE LISBOA COM DISPOSITIVO ANTISISMICO (EPAL, 2012)

5.5.2.2. Gestão de Histórico

5.5.2.2.1. Registo de Ocorrências

Todos os comandos que são executados através do sistema de telegestão, tais como alteração de *setpoints* ou abertura e fecho de válvulas, por exemplo, figuram do registo de ocorrências. Eventos como alarmes ativos também constam da listagem do registo de ocorrências.



Todos os eventos são datados e identificam o operador que os executou.

O limite de histórico do registo de ocorrências é de aproximadamente 3 meses. Contudo, o programa efetua regularmente cópias de segurança que posteriormente são disponibilizadas em ficheiros partilhados.

5.5.2.2.2. Relatórios

O sistema de telegestão tem um módulo de relatórios que permite a visualização, consoante variáveis definidas, dos valores armazenados na base de dados que contém todo o histórico.

Contudo, e uma vez que a aplicação do SCADA não cobria as necessidades da EPAL, foi desenvolvida uma aplicação de visualização de relatórios. Apesar de ser uma aplicação distinta, a aplicação dos relatórios pode ser acedida através de um *link* no sistema SCADA.

O SCADA tem um sistema de envio de *tags* que alimentam a base de dados que, por sua vez, fornecem os valores aos relatórios através do servidor de base de dados. Este servidor tem a capacidade de efetuar cálculos, tais como dados estatísticos (médias, mínimos, máximo e contagem, por exemplo), com os valores apresentados no relatório, com uma granularidade horária.

Além do tratamento de dados, a base de dados também os disponibiliza e transfere para outras aplicações.

Os relatórios podem ser impressos, exportados para uma folha de cálculo (Figura 5-16).



DIAS	GERAL		ADUTOR DO ALVIELA					AD. BODE					ADUTOR DO TEJO					ADUTOR DA CIRCUNVALAÇÃO					CAMARATE-GUERREIRO						
	Tempo	Humidade	Outros	Algarve	Alentejo	Alentejo	Total	Alentejo	Alentejo	Alentejo	Total	Alentejo	Alentejo	Total	Alentejo	Alentejo	Total	V.F. Saída	V.F. Entrada	V.F. Saída	V.F. Entrada	V.F. Saída	V.F. Entrada	V.F. Saída	V.F. Entrada	V.F. Saída	V.F. Entrada		
	Relativa	d'Água	e Abast.	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	
01 - 5ª	187.30	0.63	14464	2235	19356	193200	186833	23410	-193200	0	-193200	0	0	0	0	0	0	252780	244340	0	0	0	0	0	0	0	0	192384	
02 - 6ª	208.15	0.63	14446	2279	19021	145200	191446	260912	33930	-145200	0	-145200	0	0	0	0	0	244050	244810	0	0	0	0	0	0	0	0	34352	
03 - 5ª	195.74	0.63	15039	2297	19093	192700	195129	297379	39490	-192700	0	-192700	0	0	0	0	0	242170	241280	0	0	0	0	0	0	0	0	36554	
04 - 0	195.11	0.63	15141	2290	19212	124400	190903	284875	29460	-124400	0	-124400	0	0	0	0	0	241970	232950	0	0	0	0	0	0	0	0	39600	
05 - 2ª	174.85	0.80	15136	2231	19303	114200	190756	242290	30370	-114200	0	-114200	0	0	0	0	0	214170	220470	0	0	0	0	0	0	0	0	34103	
06 - 3ª	192.66	0.80	15263	1863	18639	193700	191791	219656	39520	-193700	0	-193700	0	0	0	0	0	209300	207710	0	0	0	0	0	0	0	0	32993	
07 - 4ª	171.40	0.63	19299	0	19234	193796	143909	317006	49000	-193796	0	-193796	0	0	0	0	0	301500	193790	0	0	0	0	0	0	0	0	25545	
08 - 5ª	211.73	0.80	20226	0	20192	164900	205179	263750	36430	-164900	0	-164900	0	0	0	0	0	212350	235080	0	0	0	0	0	0	0	0	41913	
09 - 6ª	193.00	0.63	14611	0	12919	193700	193700	234509	39500	-193700	0	-193700	0	0	0	0	0	209500	209500	0	0	0	0	0	0	0	0	29613	
10 - 5ª	193.07	0.63	14414	0	19500	196000	149374	246983	33910	-196000	0	-196000	0	0	0	0	0	201500	206360	0	0	0	0	0	0	0	0	33039	
11 - 0	190.21	0.80	14735	0	19554	193200	143329	271267	39260	-193200	0	-193200	0	0	0	0	0	296770	211960	0	0	0	0	0	0	0	0	32277	
12 - 2ª	202.57	0.80	14106	0	19469	193500	141609	277449	29420	-193500	0	-193500	0	0	0	0	0	294450	296290	0	0	0	0	0	0	0	0	24142	
13 - 3ª	196.48	0.63	13261	2323	19434	114600	143726	259041	39950	-114600	0	-114600	0	0	0	0	0	233740	226390	0	0	0	0	0	0	0	0	33336	
14 - 4ª	206.91	0.80	14959	2317	19461	193900	191957	273783	39900	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	256390	239200	0	0	0	0	0	0	0	0	31643	
15 - 5ª	204.91	0.80	15217	2322	19411	193700	194790	261912	39910	-193700	0	-193700	0	0	0	0	0	231970	242950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35917
16 - 6ª	210.14	0.63	15423	2307	19331	193900	193861	250233	39520	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	240220	240620	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36257
17 - 5ª	201.64	0.63	15411	0	19298	193200	196939	249074	39660	-193200	0	-193200	0	0	0	0	0	245790	246640	0	0	0	0	0	0	0	0	33649	
18 - 0	193.14	0.80	14396	0	19291	193900	193441	242329	39490	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	246100	244300	0	0	0	0	0	0	0	0	34497	
19 - 2ª	194.48	0.80	14740	0	19154	144500	193334	236845	39500	-144500	0	-144500	0	0	0	0	0	225060	228440	0	0	0	0	0	0	0	0	34668	
20 - 3ª	192.62	0.80	14613	0	19132	193900	192489	204899	39440	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	202200	203220	0	0	0	0	0	0	0	0	34914	
21 - 4ª	191.27	0.80	14939	0	19435	193900	146953	209937	39410	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	194450	193900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39997
22 - 5ª	193.20	0.63	19390	0	19453	196600	190433	212537	39920	-196600	0	-196600	0	0	0	0	0	196320	197190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30668
23 - 6ª	173.84	0.80	14499	0	19122	193900	190427	224658	39220	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	197120	193300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29132
24 - 5ª	196.17	0.80	14275	0	19432	194900	190447	229711	39330	-194900	0	-194900	0	0	0	0	0	190670	197320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31410
25 - 0	194.70	0.80	19294	0	20244	193900	160489	240442	39960	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	200970	206990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34918
26 - 2ª	196.51	0.67	19247	0	19459	192400	191205	219141	39310	-192400	0	-192400	0	0	0	0	0	199690	199820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31953
27 - 3ª	197.32	0.80	19375	0	19384	191000	145759	214352	39340	-191000	0	-191000	0	0	0	0	0	194110	201280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29083
28 - 4ª	198.28	0.79	19299	2320	19397	194500	191471	221797	39900	-194500	0	-194500	0	0	0	0	0	192960	197640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30938
29 - 5ª	196.26	0.60	19233	2304	19274	193900	193719	221299	39460	-193900	0	-193900	0	0	0	0	0	193200	204520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32090
30 - 6ª	197.03	0.79	19335	2234	19250	196900	142979	234808	39360	-196900	0	-196900	0	0	0	0	0	162800	198890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30608
31 - 5ª	195.45	0.80	19290	2290	19192	145200	192002	227864	39300	-145200	0	-145200	0	0	0	0	0	259600	252290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33795
TOT(MED)	190.71	0.63	463059	19529	399929	3999419	5090241	1919394	1209900	-3999419	0	-3999419	0	0	0	0	0	0	6418120	6628008	0	0	0	0	0	0	0	0	1925234

FIGURA 5-16 – EXCERTO DE RELATÓRIO “MOVIMENTO DE VOLUMES DOS ADUTORES” (EPAL, 2012)

5.5.2.2.3. Gráficos

Todas as medidas analógicas existentes no sistema de telegestão podem ser representadas em gráficos de tendência (*trends*) com dados estatísticos.

Os gráficos de tendências permitem analisar várias curvas em simultâneo e alterar a escala de visualização, bem como os tempos de amostragem e o período da janela [Apontamentos sobre Telegestão, 2011].

A granularidade dos gráficos depende dos limites de capacidade de armazenamento. Na EPAL, os gráficos definidos no SCADA têm uma granularidade de minuto a minuto. Neste espaço temporal as amostras são armazenadas, num limite histórico de cerca de dois anos.

Um exemplo de um *trend* criado no SCADA é o que se mostra na Figura 5-17



FIGURA 5-17 – SINÓTICO DE GRÁFICO DE TENDÊNCIA (EPAL, 2012)

5.5.2.3. Configuração de Níveis de Acesso

Dada a elevada responsabilidade que um sistema de telegestão implica, foram definidos quatro níveis distintos de permissões e acesso de acordo com o nível de responsabilidade e as necessidades de cada trabalhador com acesso ao Citect SCADA.

Na EPAL, os níveis de acesso estão divididos nas seguintes categorias:

- Os colaboradores autorizados têm acesso a visualização via *web* de todos os sinóticos principais e de detalhe, com a possibilidade de elaboração de gráficos de tendência;



- Os operadores do centro de comando têm a possibilidade de operação de todos os órgãos de manobra, alteração de alguns *setpoints*, elaboração de gráficos de tendência e acesso a todas as funcionalidades do módulo de relatórios;
- Os coordenadores do centro de comando deverão ter acesso a alguns pontos mais sensíveis, nomeadamente a alteração de *setpoints* mais relevantes para o sistema de abastecimento, incluindo todos os restantes acessos permitidos aos operadores do centro de comando.
- Apenas os responsáveis pelo centro de comando poderão alterar alguns *setpoints* e tabelas de gestão de grande relevância para o sistema, incluindo todos os restantes acessos permitidos aos níveis de acesso anterior.

5.5.2.4. Disponibilização de Informação Para Outras Aplicações

A integração do sistema de telegestão com outras aplicações visa “*otimizar o funcionamento da entidade gestora melhorando o seu desempenho, evitando a duplicação de tarefas e de circulação da informação*” [Apontamentos Sobre Telegestão, 2011].

No Capítulo 3 abordaram-se, ainda que de forma sucinta, as principais aplicações informáticas de apoio à gestão da exploração do centro de comando. Estas aplicações interligam-se entre si através da transferência de dados necessários à sua função específica, otimizando a gestão do sistema de abastecimento.

O SCADA recebe dados dos autómatos existentes em cada instalação operacional, disponibilizando a sua visualização através de sinóticos, armazenando os valores em base de dados, para posterior utilização em relatórios, e transferindo dados para outras aplicações tais como o iMC ou



ficheiros partilhados que servirão para que os utilizadores tenham acesso aos mesmos valores.

5.5.3. *Disaster Recovery*

Com as alterações climáticas que se têm verificado nos últimos tempos aliadas à conjuntura política mundial, cada vez mais instável, foram implementados, na telegestão, meios de redundância visando a segurança das operações em situações de falha de sistemas.

Assim, ambos os centros de comando existentes em Lisboa estão instalados numa arquitetura de *Disaster Recovery*, pela sua interligação através da rede de comunicações da EPAL.

Neste tipo de arquitetura, ambos os centros de comando se encontram replicados em todas as suas funcionalidades, tendo servidores aplicativos e de dados duplicados entre si. Esta redundância permite, em caso de falha grave, tal como corte total de energia, inundação, intrusão ou vandalismo num dos centros de comando, que o outro possa assumir todas as operações do centro de comando inoperacional.





6. CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES DO TRABALHO

A gestão eficiente dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, onde se incluem a adução, o tratamento, o transporte e a distribuição, tem assumido um papel primordial na gestão dos recursos de água doce disponível, que cada vez se torna mais escassa no nosso planeta.

Visando a gestão, o controlo e a caracterização dos caudais distribuídos, foi necessária a implementação de novas tecnologias que permitissem um serviço de excelência aliado a uma crescente e necessária qualidade ambiental. É neste cenário que, na década de 80, são dados os primeiros passos no desenvolvimento da telegestão para o abastecimento de água na EPAL.

A telegestão veio revolucionar a gestão da água. É através deste *software* que é possível supervisionar e comandar todas as instalações à distância. É também através das variáveis monitorizadas que se torna possível detetar uma rotura no sistema ou um eventual problema de qualidade da água em tempo real. Nestes casos, torna-se possível atuar imediatamente, minimizando assim os constrangimentos causados.

Com vista à redução de perdas, à melhoria de serviço prestado aos seus clientes e ao aumento da capacidade de resposta na resolução das mais variadas situações, ao longo dos últimos anos, foram também estudadas e implementadas várias ferramentas informáticas que se encontram em constante evolução de acordo com as solicitações.

No decorrer do presente estudo, constatou-se que, não obstante ser uma excelente ferramenta, a telegestão do sistema Citect SCADA também apresenta algumas falhas que poderão ser facilmente colmatadas.

Talvez num futuro próximo se consiga atingir o grau de autonomia necessário para que o sistema de abastecimento seja integralmente gerido e comandado pela telegestão de um modo totalmente autónomo e praticamente independente do Homem.



6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O trabalho demonstrado no presente documento não foi suficientemente exaustivo para esgotar todas as particularidades de um sistema de telegestão afeto ao abastecimento de água para consumo humano, abrangendo apenas os aspetos mais relevantes.

Contudo, este estudo permitiu não só divulgar as inúmeras vantagens de um sistema de telegestão, como também compreender as dificuldades com que as entidades gestoras se deparam no seu dia-a-dia.

Em termos de trabalhos futuros a desenvolver, no âmbito da minimização das dificuldades, salientam-se os seguintes:

- Estabelecer critérios mais rigorosos ao nível da alarmística priorizando os eventos com maior rigor. Atualmente, face à quantidade imensa de alarmes ativos, o operador poderá ter dificuldade em estabelecer prioridades na resolução desses eventos, correndo o risco de não responder atempadamente aos mais prementes.

- Análise de viabilidade para aumentar o grau de automação de todas as instalações, de modo a permitir que o sistema de abastecimento se torne cada vez menos dependente do operador, podendo este focar-se mais na otimização da exploração do sistema de abastecimento e menos na regulação dos órgãos de manobra.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALEGRE, Helena; COELHO, Sérgio Teixeira; ALMEIDA, Maria do Céu; VIEIRA, Paula; Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição – Guia Técnico 3; Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Instituto da Água, Laboratório Nacional de Engenharia Civil; Lisboa; 2005.
- [2] ALVES, Célia; Tratamento de Águas de Abastecimento; Publindústria; 3ª Edição; Porto; 2010.
- [3] Apontamentos sobre Telegestão; Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas; Lisboa; 2011.
- [4] CARDOSO, Jesus; “Telemetria: Dificuldades de Implementação” – Telemetria nos Sistemas de Abastecimento e Distribuição de Água: Que Futuro?; APDA; 2005.
- [5] EPAL e os Municípios; EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres; Lisboa; 2010.
- [6] FARLEY, Malcolm; Leakage Management and Control – A Best Practice Training Manual; World Health Organization; Geneva, Switzerland; 2001.
- [7] LOUREIRO, Dália Susana dos Santos da Cruz; Metodologias de Análise de Consumos para Gestão Eficiente de Sistemas de Distribuição de Água; Laboratório Nacional de Engenharia Civil; Lisboa; 2012.
- [8] GOMES, João Caravela; ROSA, José Domingos; Automação e Telecontrol do Sistema de Abastecimento de Água da EPAL; EPAL; Lisboa; 1981.
- [9] Manual de Exploração da Captação Subterrânea do Subsistema Tejo; EPAL; Vale da Pedra; 2008.
- [10] PAIXÃO, Mário de Assis; Águas e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais; Edições Orion; 2ª Edição; Amadora; 1999.



[11] PINHEIRO, Luís Figueira de Castro; Análise Sociodemográfica para a Caracterização de Consumos Domésticos em Sistemas de Distribuição da Água; Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil para a obtenção do grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos pela Universidade Técnica de Lisboa no âmbito do protocolo entre o IST e o LNEC; Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico; Lisboa; 2008.

[12] Plano de Segurança da Água, EPAL, Lisboa; 2011.

[13] Plano Diretor de Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento da EPAL; Lisboa; 2000.

[14] Relatório de Sustentabilidade, EPAL, Lisboa; 2008.

[15] Relatório de Sustentabilidade, EPAL, Lisboa; 2009.

[16] Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento do Sistema de Produção e Transporte da EPAL; Lisboa; 2006.

[17] RODRIGO, Cristina; LOPES, José Leal; SAÚDE, Marta; MENDES, Raquel; CASIMIRO, Regina; Controlo Operacional em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água – Guia Técnico 10; Instituto Regulador de Águas e Resíduos; Lisboa; 2007.

[18] SERENO; Joaquim J.N.; Exploração do Sistema de Abastecimento de Água da EPAL – Instrumentos para a Gestão e Controlo; EPAL; Lisboa; 1996.

[19] SIMAS, Luís; GONÇALVES, Pedro; LOPES, José Leal; ALEXANDRE, Cecília; Controlo da Qualidade da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento – Guia Técnico 6; Instituto Regulador de Águas e Resíduos; Lisboa; 2005.

[20] Sistema de Abastecimento de Água à Região de Lisboa – Gestão Técnica Centralizada, Automação e Telecontrol; EPAL; Lisboa; 1978.



[21] Sistema de Teletransmissão e Centro de Controlo de Exploração da EPAL; Compagnie Générale des Eaux; França; 1988.

[22] SOUSA, Eduardo Ribeiro; Telegestão em Sistemas de Abastecimento de Água; Instituto Superior Técnico – Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura; Lisboa; 2003.

SÍTIOS DA INTERNET

[23] http://sir.dgadr.pt/conteudos/jornadas_aph/apresentacoes/s7/39.pdf (consultado em setembro de 2012)

[24] <http://sm.vectweb.pt/media/33/File/Downloads/CaseStudies/epal.pdf> (consultado em junho de 2012)

[25] http://users.isr.ist.utl.pt/~pjcro/courses/api0910/Sem_A5.pdf (consultado em março de 2012)

[26] <http://www.adna.com.pt/o-sistema/monitorizacao/telegestao> (consultado em junho de 2012)

[27] <http://www.tecnilab.pt/>

[28] www.apda.pt

[29] www.epal.pt

[30] www.ersar.pt



ANEXOS

ANEXO I – ESQUEMA DE ABASTECIMENTO DA EPAL

ANEXO II – CARATERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS DA EPAL

Caraterísticas dos Reservatórios da EPAL
(Fonte: Portal de Gestão de Ativos - Informação)

Sistema	Subsistema	Designação	Células	Ano de Início de Exploração	Dados Técnicos			
					Capacidade (m³)	Tipo de Assentamento	Nº Células	
Castelo Bode	Castelo Bode	Res. Asseiceira	Res. Asseiceira - C1	1987	80 000	Enterrado	4	
			Res. Asseiceira - C2					
			Res. Asseiceira - C3					
			Res. Asseiceira - C4					
		Res. Alcanhões	Res. Alcanhões - C1	1987	18 238	Semi-enterrado	2	
			Res. Alcanhões - C2					
	Médio Tejo Norte	Res. Chão da Serra	Res. Chão da Serra - C1	1998	2 000	Semi-enterrado	2	
			Res. Chão da Serra - C2					
		Res. Curvaceiras	Res. Curvaceiras - C1	1993	2 500	Semi-enterrado	2	
			Res. Curvaceiras - C2					
		Médio Tejo Sul	Res. Loureira		1998	250	Semi-enterrado	1
			Res. Sardaçal	Res. Sardaçal - C1	1994	3 000	Semi-enterrado	2
				Res. Sardaçal - C2				
			Res. Soudos	Res. Soudos - C1	1993	2 500	Semi-enterrado	2
	Res. Soudos - C2							
	Médio Tejo Sul		Res. Alto D. Luís	Res. Alto D. Luís - C1	1996	800	Semi-enterrado	2
		Res. Alto D. Luís - C2						
		Res. Constância	Res. Constância - C1	1996	220	Semi-enterrado	2	
			Res. Constância - C2					
		Res. Madeiras	Res. Madeiras - C1	1996	1 500	Semi-enterrado	2	
Res. Madeiras - C2								
Res. Malpique		1997	100	Elevado	1			
Res. Sta. Margarida	Res. Sta. Margarida - C1	1993	4 000	Semi-enterrado	2			
	Res. Sta. Margarida - C2							
Res. Tancos	Res. Tancos - C1	1996	160	Semi-enterrado	2			
	Res. Tancos - C2							
Alviela	Alenquer	Res. Alenquer ALS		Década de 70	18	Elevado	1	
Tejo	Valadas	Res. Vale da Pedra - Sistema PCI		Década de 70	7 500	Enterrado	1	
		Res. Vale da Pedra - Sistema Degremont		Década de 70	2 500	Enterrado	1	
VFX-Telheiras	Camarate	Res. Camarate		1984	20 000	Enterrado	1	
	Guerreiros	Res. Alto dos Guerreiros	Res. Alto dos Guerreiros - C1	1983	3 000	Semi-enterrado	2	
			Res. Alto dos Guerreiros - C2					
	VFX-Telheiras	Res. Guerreiros	Res. Guerreiros I - C1	1984	5 000	Semi-enterrado	2	
			Res. Guerreiros I - C2					
Res. VFX R1 e R2			Res. VFX R1					Década de 70
Res. VFX R2								
Res. VFX R3		1994	28 575	Semi-enterrado	1			
Circunvalação	Arcena/Mafra	Res. Cabeço da Rosa	Res. Cabeço da Rosa - C1	2007	2 000	Apoiado	2	
			Res. Cabeço da Rosa - C2					
	Res. Quinta da Portela	Res. Quinta da Portela - C1	2008	2 000	Semi-enterrado	2		
		Res. Quinta da Portela - C2						
	Circunvalação	Res. A-dos-Bispos	Res. A-dos-Bispos - C1	2001	35 000	Semi-enterrado	2	
			Res. A-dos-Bispos - C2					
Res. Vila Fria	Res. Vila Fria - C1	2000	35 000	Semi-enterrado	2			
	Res. Vila Fria - C2							
Distribuição	Chegada - Barbadinhos	Res. Barbadinhos	Res. Barbadinhos - C1	1876	9 752	Enterrado	2	
			Res. Barbadinhos - C2					
	Chegada - Olivais	Res. Olivais	Res. Olivais - C1	1949	38 570	Enterrado	2	
			Res. Olivais - C2					
	Zona Baixa	Res. Contador-Mor	Res. Contador-Mor - C1	1959	9 504	Semi-enterrado	2	
			Res. Contador-Mor - C2					
		Res. S. Jerónimo	Res. S. Jerónimo - C1	1902	4 500	Enterrado	2	
			Res. S. Jerónimo - C2					
	Res. Vale Escuro	Res. Vale Escuro - C1	1979	20 994	Semi-enterrado	2		
		Res. Vale Escuro - C2						
	Zona Média	Res. Arco ^(a)	Res. Arco - C1	1864	12 000	Enterrado	2	
			Res. Arco - C2					
		Res. Campo de Ourique	Res. Campo de Ourique - C1	1891	127 200	Enterrado	2	
	Res. Campo de Ourique - C2	1901						
	Zona Alta	Res. Pombal 1 e 2	Res. Pombal 1 e 2 - C1	1864	6 834	Enterrado	2	
			Res. Pombal 1 e 2 - C2					
		Res. Pombal 3		1888	5 130	Enterrado	1	
		Res. Restelo		1962	9 226	Semi-enterrado	1	
		Res. Telheiras 1		1959	58 112	Semi-enterrado	1	
		Res. Telheiras 2		1980	114 297	Enterrado	1	
ZonaSup. Charneca	Res. Charneca	Res. Charneca C1 ^(b)	1959	20 117	Semi-enterrado	2		
Res. Charneca C2	1975							
Zona Sup. Monsanto	Res. Monsanto	Res. Monsanto - C1	1949	4 470	Semi-enterrado	2		
		Res. Monsanto - C2						
Lisboa-Municípios	Amadora/Sintra	Res. Alto de Carenque	Res. Alto de Carenque - C1	1980	27 420	Enterrado	2	
			Res. Alto de Carenque - C2					
	Res. Amadora	Res. Amadora - C1	Década de 40	16 000	Enterrado	2		
		Res. Amadora - C2						
Oeiras/Cascais	Res. Alfragide	Res. Alfragide - C1	1981	50 000	Enterrado	2		
		Res. Alfragide - C2						

Notas:

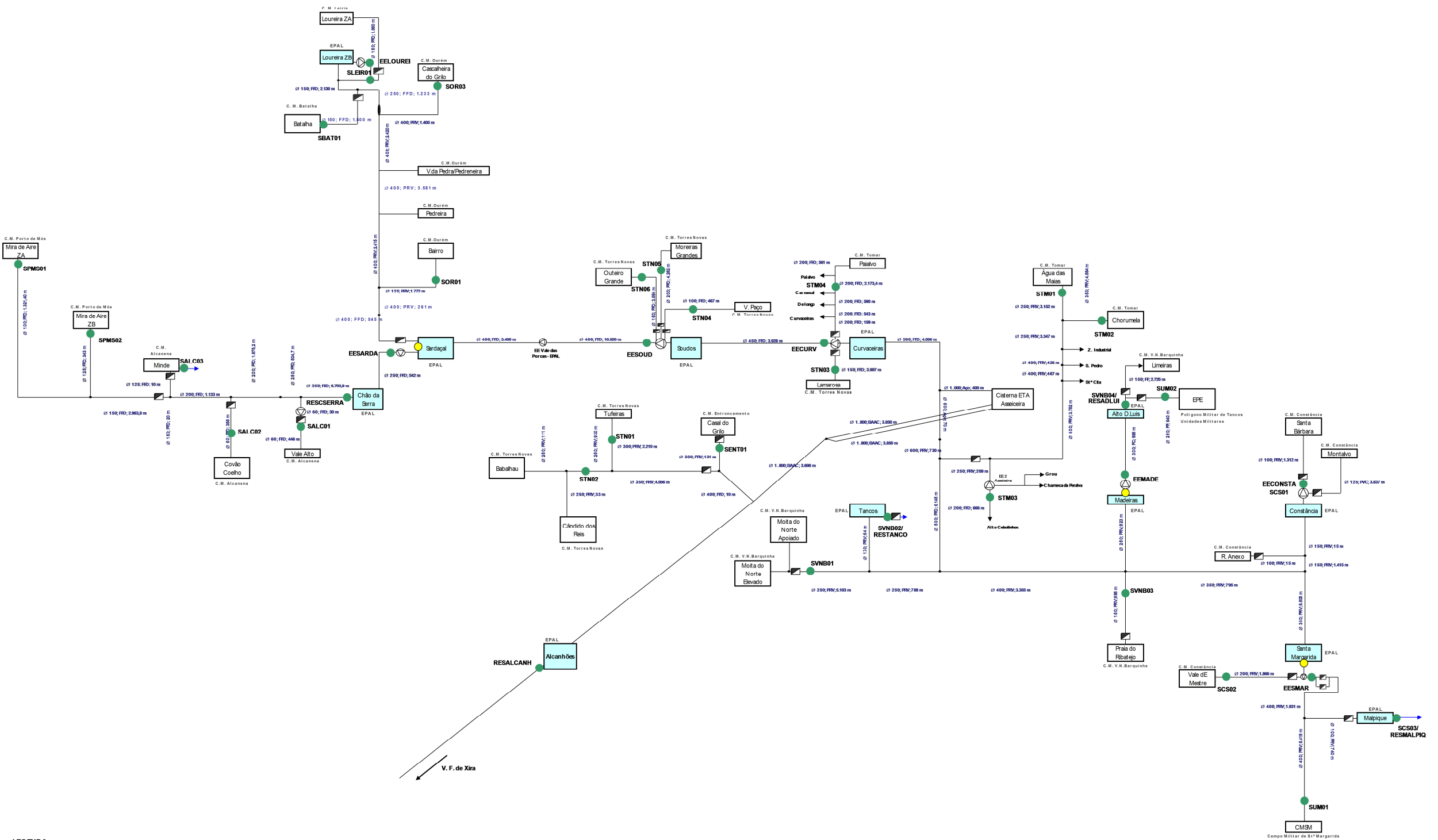
(a) O reservatório encontra-se Fora de Serviço;

(b) A célula 1 encontra-se Fora de Serviço.

- **Reservatório** – Conjunto de activos destinados ao armazenamento de água, incluindo a(s) célula(s) e os órgãos que lhe estão associados (circuitos hidráulicos, câmara de manobras, medidores caudal, etc.). Sempre que uma ou várias (n) infra-estruturas de armazenamento de água partilharem um conjunto de activos (circuitos hidráulicos, câmara de manobras, medidores caudal, etc.), desempenhando estas funções comuns às referidas infra-estruturas, deverá considerar-se "um reservatório", composto por n células. Caso estas infra-estruturas de armazenamento sejam compostas por activos independentes e com funções exclusivamente, afectas às mesmas, cada uma delas deverá ser considerada como um reservatório.

- **Célula** – Estrutura de armazenamento de água, que permite a subdivisão do reservatório em unidades independentes.

ANEXO III – ESQUEMA DO SUBSISTEMA MÉDIO TEJO E MEIA VIA



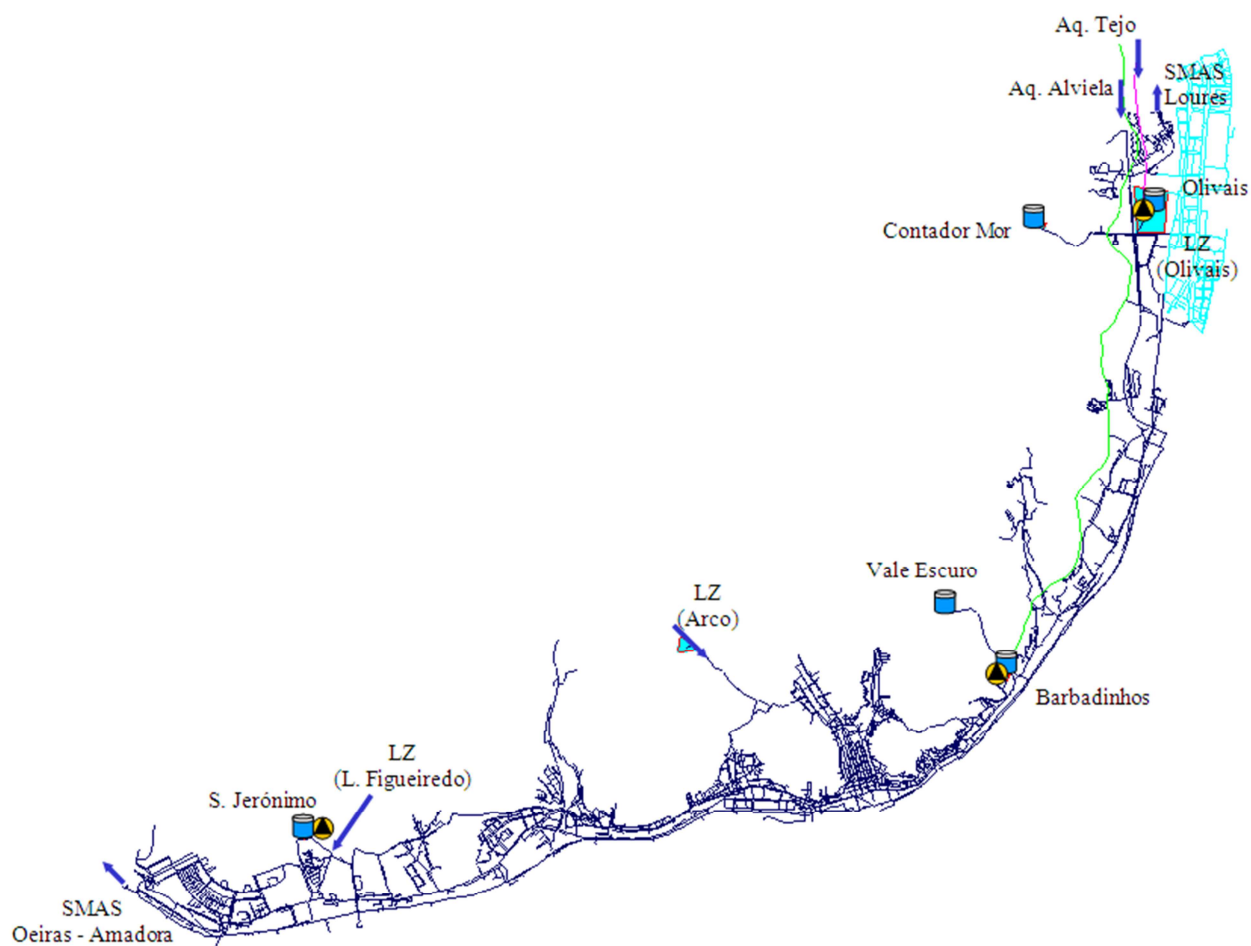
LEGENDA:

	Pontos de Amostragem do Plano de Controlo da Qualidade da Água - Abastecimentos aos Municípios do Médio Tejo
	Localização de Pontos de re-cloração (Cloro gás (45 kg) ou hipoclorito de sódio)
	Pontos de Entrega / Facturação
	Reservatório da EPAL
	Reservatório Municipal
	Diâmetro; Material; Extensão

	Esquema do Subsistema Médio Tejo e Meia Via	Anexo III
Direção de Operações da EPAL, SA.		Janero de 2013

ANEXO IV – CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS ALTIMÉTRICAS DE LISBOA

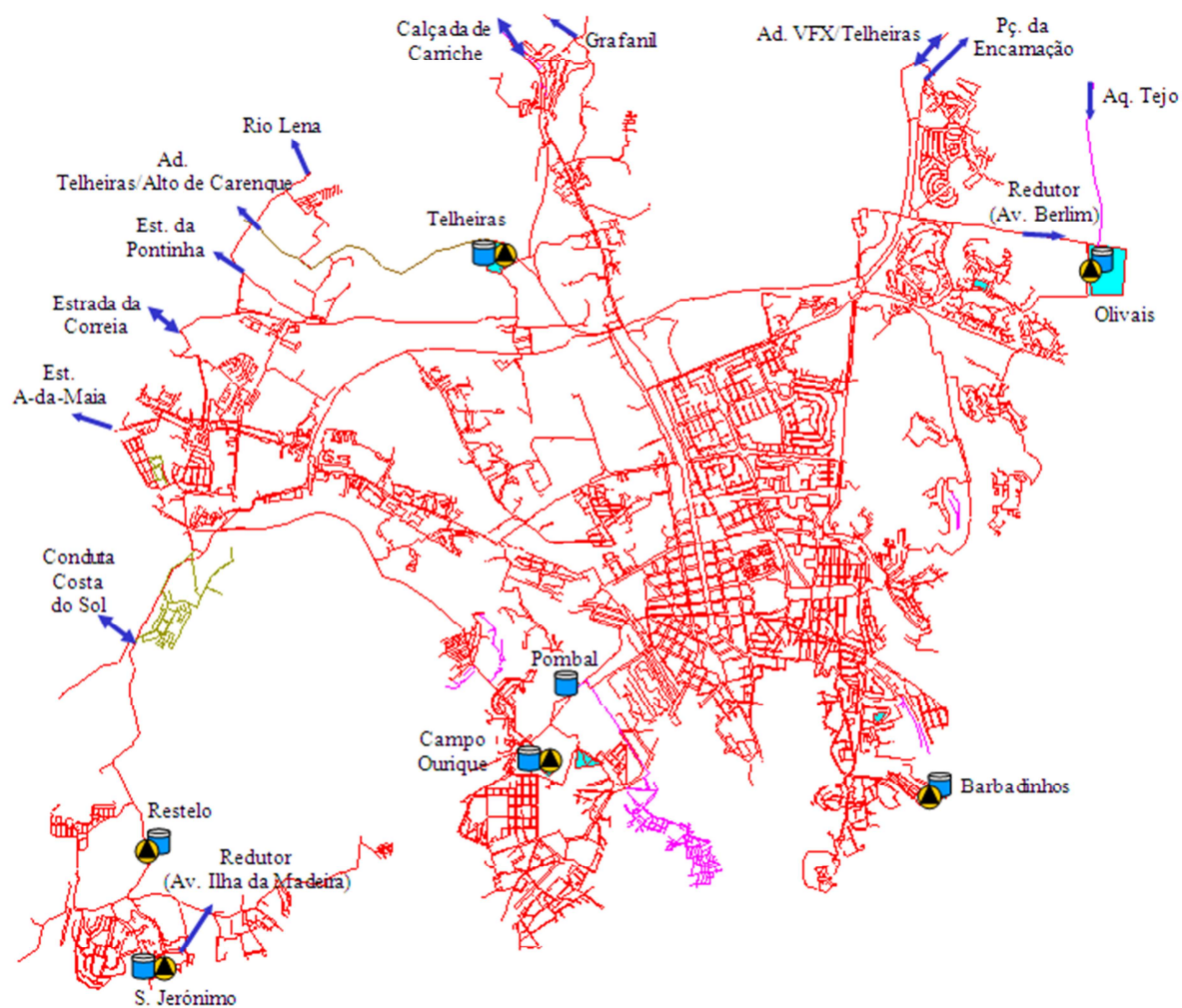
Zona Baixa – Principais entradas e saídas de água, reservatórios e estações elevatórias



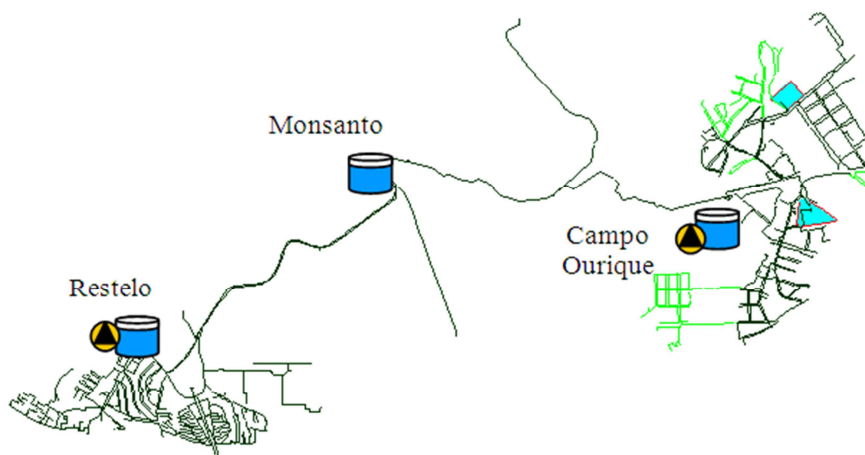
Zona Média – Principais entradas e saídas de água, reservatórios e estações elevatórias



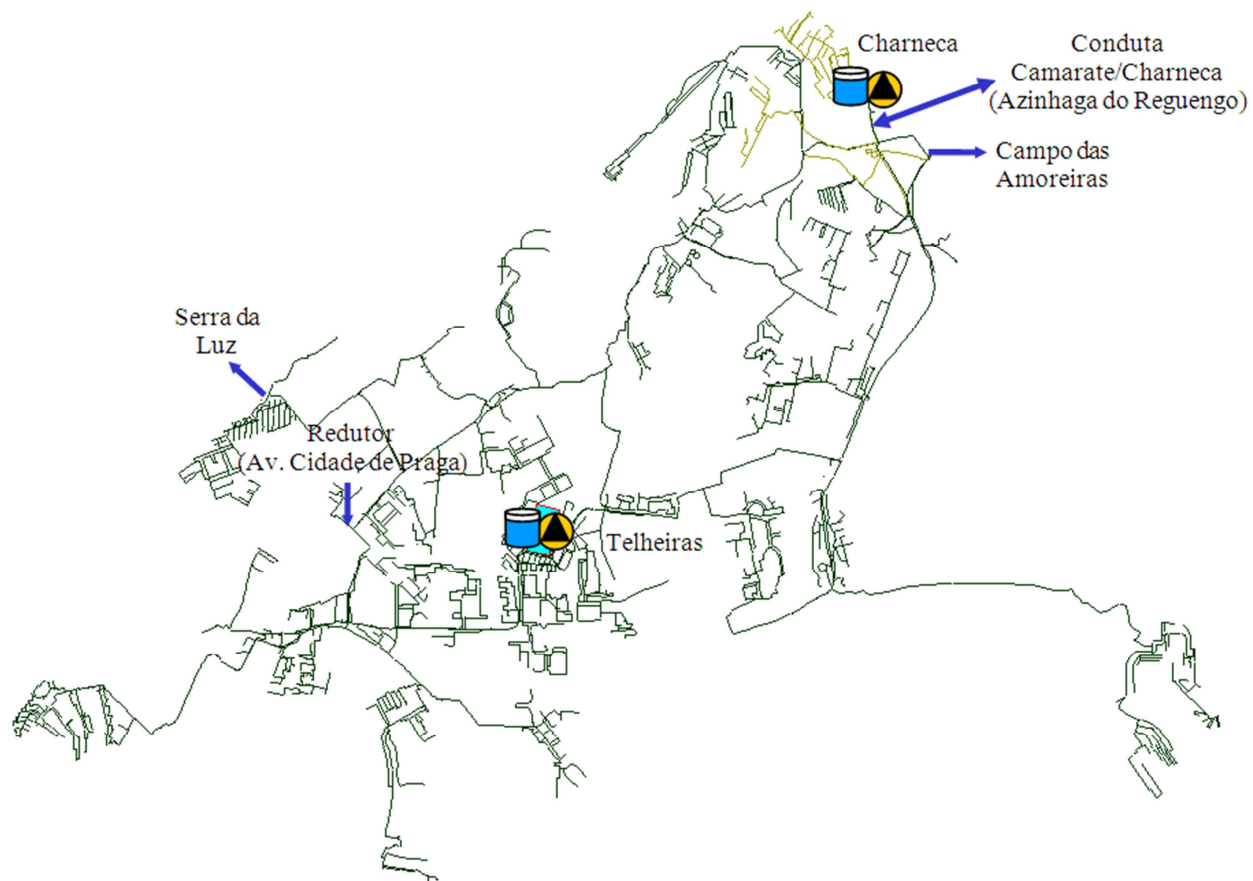
Zona Alta – Principais entradas e saídas de água, reservatórios e estações elevatórias



Zona Superior de Monsanto – Principais entradas e saídas de água, reservatórios e estações elevatórias



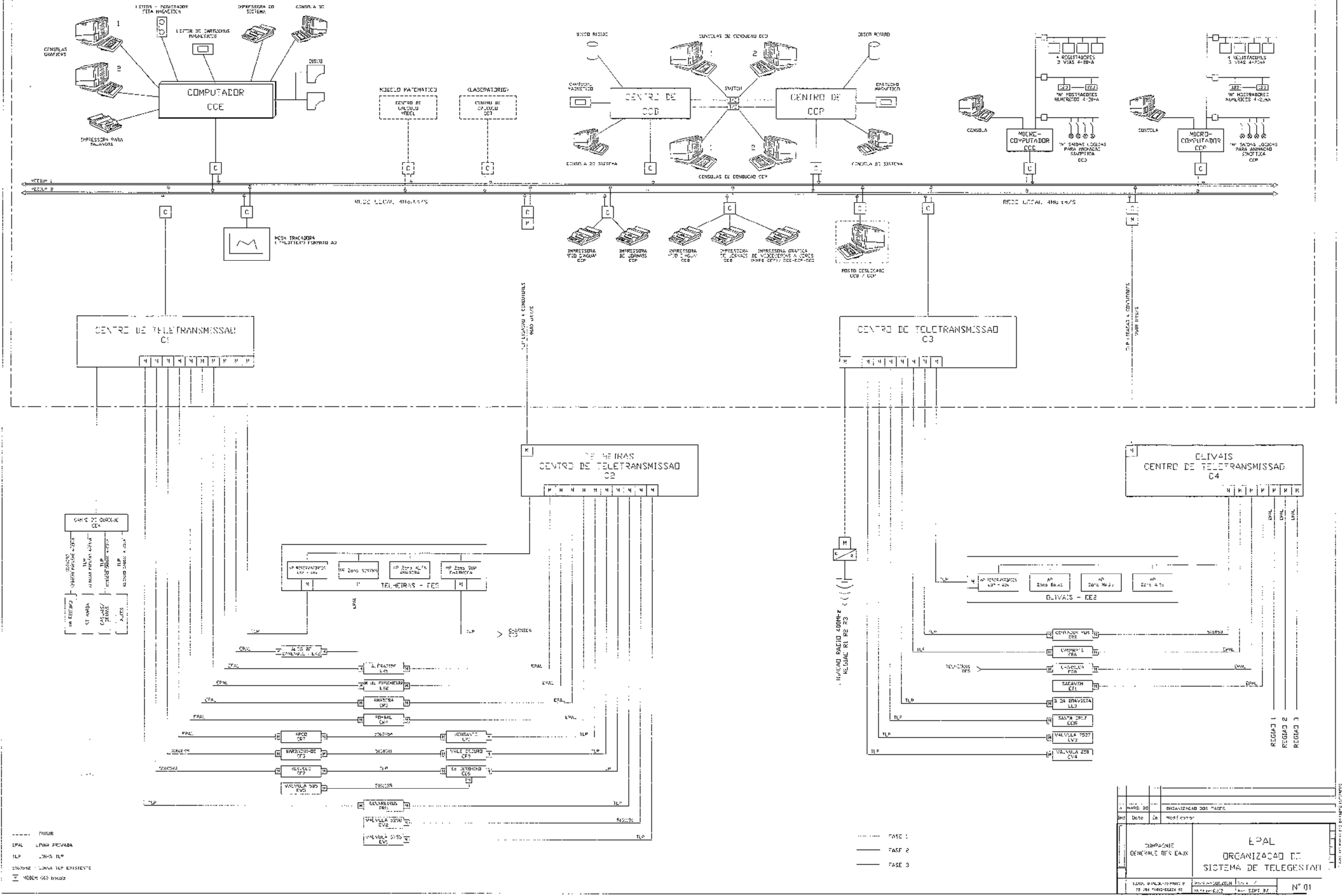
Zona Superior da Charneca – Principais entradas e saídas de água, reservatórios e estações elevatórias

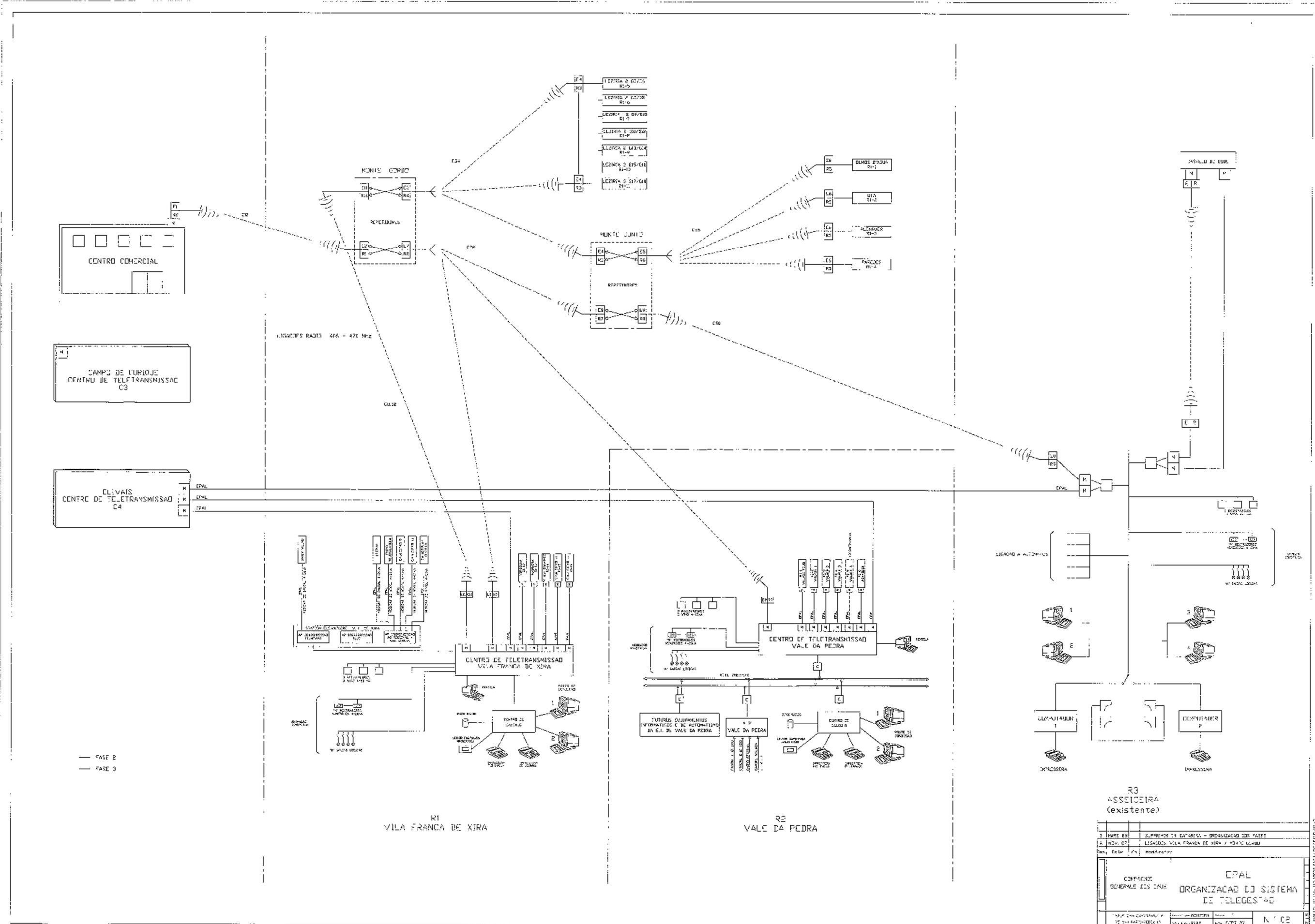


ANEXO V – ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO (1988)

Projeto “Sistema de Teletransmissão e Centro de Controlo de Exploração da EPAL”

DESPACHO (CAMPO DE JURIQUE)





— FASE 2
 - - - FASE 3

R3 ASSICEIRA (EXISTENTE)	
3	HORAS DE TRABALHO - ORGANIZACAO DAS FASES
4	INDIC. DE LIGACAO VILA FRANCA DE XIRA / VALE DA PEDRA
5	INDIC. DE LIGACAO A TELEFONIA
COMPANHIA GERAL DE SAUDE ORGANIZACAO DO SISTEMA DE TELEGESTAO	
6	INDIC. DE EQUIPAMENTOS E DE AUTOMATIZACAO
7	INDIC. DE MATERIAIS
8	INDIC. DE MANUTENCAO
9	INDIC. DE OUTROS
N.º 02	