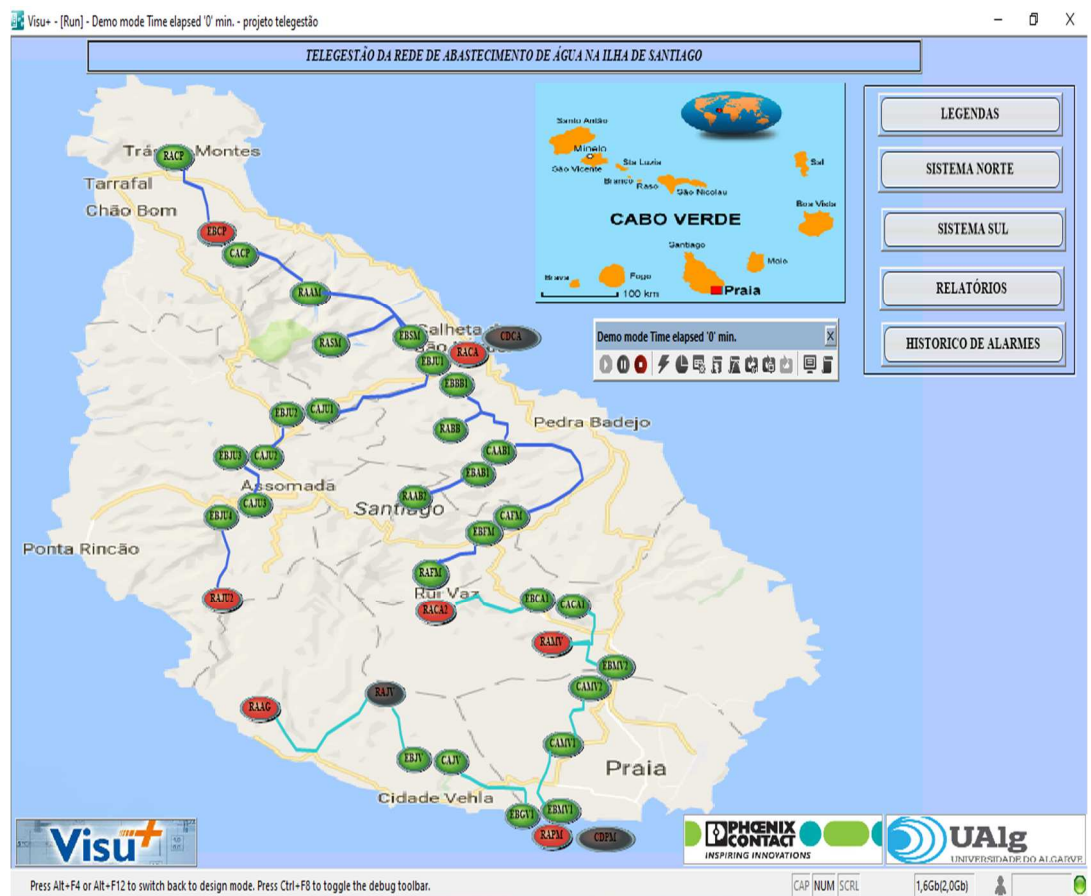


PROJECTO DE TELEGESTÃO PARA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ILHA DE SANTIAGO EM CABO VERDE



SARA CRISTINA MARTINS BORGES

PROJECTO DE TELEGESTÃO PARA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
ILHA DE SANTIAGO EM CABO VERDE

MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ENERGIA E CONTROLO

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica e Eletrónica
efetuado sob a orientação de:

Prof. Doutor Paulo Maia dos Santos

Prof. Doutor Ivo Manuel Valadas Marques Martins



FEVEREIRO 2021

PROJECTO DE TELEGESTÃO PARA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ILHA DE SANTIAGO EM CABO VERDE

Declaração da Autoria do Trabalho

Declaro ser a autora deste trabalho, que julgo ser original e inédito. Todos os autores e trabalhos consultados para a execução deste relatório, estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

(Sara Cristina Martins Borges)

Copyright © 2021. Todos os direitos reservados em nome de Sara Cristina Martins Borges.

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

Copyright © 2021. All rights reserved to Sara Cristina Martins Borges.

University of Algarve owns the perpetual, without geographical boundaries, right to archive and publicize this work through printed copies reproduced on paper or digital form, or by any other media currently known or hereafter invented, to promote it through scientific repositories and admit its copy and distribution for educational and research, noncommercial, purposes, as long as credit is given to the author and publisher.

AGRADECIMENTOS

O percurso na Universidade do Algarve foi uma jornada gratificante onde ganhei mais conhecimentos e alicerces para a minha vida profissional. Também tive a oportunidade de fazer novas amizades que foram muito importantes durante este percurso.

Para a realização deste trabalho foi muito importante o apoio, a compreensão e a paciência dos meus amigos e da minha família. Primeiramente gostaria de agradecer aos meus orientadores, Professor Doutor Paulo Maia dos Santos e Professor Doutor Ivo Manuel Valadas Marques Martins, não só pela ajuda inicial no direcionamento do trabalho como no aconselhamento durante e na fase final deste trabalho.

À UALG, pelo material disponibilizado e pela oportunidade e hospitalidade com que me recebeu, permitindo que terminasse mais uma fase da minha vida e fornecendo o devido conhecimento e ferramentas para conseguir evoluir futuramente, tanto a nível profissional como pessoal.

Ao Engenheiro Jorge Fortes Dos Santos, com quem teve privilégio de trabalhar durante oito anos e foi quem despertou o meu interesse pela área de automatização de sistemas.

Por último, mas não menos importante quero expressar os meus sinceros e profundo agradecimentos a David Semedo Lopes Monteiro a quem me apoiou de forma incondicionalmente, durante esse meu percurso em Portugal a fim de completar mais essa etapa da minha vida.

A todos o meu sincero e profundo agradecimento. Obrigada!

SARA BORGES

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, que me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha graduação.

Ao meu pai Luís Borges, e minha mãe Maria Martins por serem os pilares da minha formação como ser humano.

Ao meu filho Flávio Soares que desde sempre me motivou a crescer profissionalmente e a toda minha família que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

RESUMO

Este trabalho baseia-se na implementação de um sistema de telegestão que permite controlo e monitorização uma rede de abastecimento de água potável que irá ser implementado numa das ilhas (Ilha de Santiago) de Cabo Verde.

A implementação do sistema de telegestão irá permitir a gestão em tempo real, do sistema de abastecimento de água potável, nos nove municípios da Ilha de Santiago em Cabo Verde. Esta gestão pode ser conseguida desde a produção da água através da dessalinização pelo processo de osmose inversa até a sua entrega final aos clientes, através dos meios de monitorização necessários às operações de comando que permitem controlar à distância os acessórios do sistema (estações elevatórias, reservatórios de água etc.).

O sistema será constituído por software de supervisão e controlo (SCADA, VISU+), controladores lógicos programáveis como unidades locais (PLC ILC131ETH), interfaces homem máquina (HMI) local, controladores programáveis de gestão como unidades de zonas (PLCnext), e a comunicação entre esses equipamentos será por Ethernet, RS485 e Profinet, realizada através do cabo de fibra ótica. Em paralelo poderá existir uma plataforma em cloud, de acesso online através da ligação ao Proficloud.

Assim o trabalho é constituído por sete capítulos, que compreendem a contextualização dos âmbitos e os objetivos do projeto, o enquadramento da Ilha de Santiago e o sistema atual de abastecimento de água, o estado da arte da telegestão e a telegestão em Cabo Verde, o projeto de telegestão elaborado, nomeadamente a sua arquitetura e principais funcionalidades. Finalmente, apresentam-se as propostas de trabalhos futuras e algumas conclusões.

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

PALAVRAS CHAVES: Sistema de telegestão, Ilha Santiago, Cabo Verde, PLCnext, Visu+, Web Visit, PLC, PLCnext Engineer, SCADA.

ABSTRACT

This work is based on the implementation of a remote management system that allows to control and monitor a drinking water supply network that will be implemented in one of the islands (Santiago Island) of Cape Verde.

The implementation of the remote management system will allow the real-time management of the drinking water system in the nine countries of Santiago Island in Cape Verde. This management can be achieved from the production of water through desalination by the process of reverse osmosis to its final delivery to customers, through the means of monitoring necessary for the control operations that allow remote control of the system accessories, (pumping stations, water tanks, etc.).

The system will consist of supervision and control software (SCADA, VISU+), programmable logic controllers' local units (PLC), local human machine interfaces (HMI), programmable management controllers as zone units (PLCnext) and communication between this equipment will be over Ethernet, RS-485 and Profinet, carried out through the fiber optic cable. In parallel there will be a cloud platform available online through the connection to proficloud.

So, the work consists of six chapters, who understand the contextualization of the scopes and objectives of the project, the framework of Santiago Island and the current water supply system, the state of the art of the remote management and remote management in Cape Verde, the remote management ProJet elaborated, namely its architecture and main functionalities. Finally, proposals for future works and some conclusions are presented.

It is intended, therefore that the presented work contributes to an agglutination of information related to remote management systems for water supply on the Island of Santiago, respective advantages combined with their functionalities, as well as the identification of system weaknesses that could be improve door even eliminated.

KEYWORDS: Remote management system, Santiago Island, Cape Verde, PLCnext, Visu+, Web Visit, PLC, PLCnext Engineer, SCADA.

ÍNDICE GERAL

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento e Motivações	1
1.2. Âmbitos e Objetivos	2
1.3. Metodologia e Estruturas	3
2. Enquadramento da Ilha de Santiago	4
2.1. Breve Caraterização do Arquipélago de Cabo Verde	4
2.2. A Ilha de Santiago	5
2.3. Resumo Hídrico de Cabo Verde	6
2.3.1. Dessalinização e Captação das Águas em Cabo Verde	7
2.3.2. Estrutura Institucional	8
2.4. Sistema Atual de Abastecimento de Água na Ilha de Santiago	10
2.4.1. Abastecimento Por Municípios	10
3. Estado da Arte, Conceitos Gerais	20
3.1. Sistema de Telegestão	20
3.1.1. Organização do Sistema de Telegestão	21
3.1.2. Equipamentos do Sistema de Telegestão	22
3.1.3. Sistema de Comunicação	25
3.2. Telegestão nos Sistemas de Abastecimento de Água	26
3.2.1. Sistemas de Telegestão em Portugal na Rede de Abastecimento de Água	27
3.3. Breve Resumo dos Sistemas de Telegestão no Arquipélago de Cabo Verde	35
4. Projeto de Telegestão Desenvolvido	37
4.1. Estrutura modelo do Sistema	37
4.2. O Sistema Norte	39
4.3. Arquitetura do Projeto de Telegestão	44
4.4. Especificação dos Equipamentos	45
4.4.1. Controlador Lógico Programável (PLC)	46
4.4.2. Controlador Logico Programável de Gestão (PLCnext)	48
4.4.3. Interfaces homem Máquina (HMI)	49
4.4.4. Software de Supervisão e Controlo (SCADA Visu+)	51
4.4.5. Equipamentos de Campos	52
4.5. Redes de Comunicações	55
4.6. Programas, Layout Computacionais e Simulações Desenvolvidos	56
4.6.1. Programação dos PLCs Locais	56
4.6.2. Programação do PLC de Gestão (PLCnext)	71

4.6.3. Layouts Computacionais	80
4.6.4. Simulações Desenvolvidos	85
4.7. Estimativa dos Equipamentos.....	98
5. Conclusões	99
5.1. Melhorias e Trabalhos Futuros	100
6. Referências Bibliográficas.....	101
7. Apêndices.....	102
7.1. Apêndice I.....	102
7.2. Apêndice II	108

LISTA DAS FIGURAS

Figura 2.1-1 – Localização Geográfica do Arquipélago de Cabo Verde [2].....	5
Figura 2.2-1 – Distribuição Geográfica dos Concelhos de Ilha de Santiago [4]	6
Figura 2.4-1 – Sistema de Abastecimento de água no Município da Praia em Santiago [3]	11
Figura 3.1-1 – Organização em Árvore do Sistema de Telegestão [6].....	21
Figura 3.2-1 Definição do Sistema de Telegestão para Rede de Água [8]	26
Figura 3.2-2 - Exemplos dos sinópticos do sistema de supervisão da ETA das Fontainhas. [6].....	31
Figura 3.2-3 - Arquitetura do Sistema de Telegestão da Rede de Distribuição de Água. [6]	31
Figura 3.2-4 - Exemplo de um sinóptico do sistema de supervisão dos SMA Aveiro. [6].....	32
Figura 3.2-5 - Centro de comando e layout da supervisão [6].....	34
Figura 3.3-1- Contadores Itron SL 7000 Smart, e Itron SL6000 e o modem de comunicação, [12]	36
Figura 4.1-1 – Estrutura Física do Projeto JICA para Abastecimento da Água na Ilha de Santiago, [9]	37
Figura 4.2-1 – Sistema Norte, Subsistema Calhetona Junco e Calhetona Funco Marques [9]	40
Figura 4.2-2 – Sistema Norte, Subsistema Calhetona Costa Pinha [9].....	40
Figura 4.2-3 – Sistema Norte, Esquema Hidráulico, [9].....	41
Figura 4.3-1 – Arquitetura do Sistema de Telegestão a Implementar	44
Figura 4.4-1 – Imagem do PLC ILC 131 ETH [10].....	46
Figura 4.4-2 – Imagem do PLC ILC 131 ETH com módulos de expansões [10].....	47
Figura 4.4-3 – Imagem do PLC ILC 131 ETH numa rede Profinet [10].....	47
Figura 4.4-4 – Imagem do PLCnext AXCF 2152 [10].....	48
Figura 4.4-5 – Exemplo do PLCnext AXCF 2152 numa rede Profinet [12].....	49
Figura 4.4-6 – Imagem do HMI WEB-WP 06T/WT- 2400 163, [10].....	50
Figura 4.4-7 – Imagem de interfase do Visu+ mobile, [10].....	51
Figura 4.4-8 – Imagem de interfase do Visu+ 2.52, [10].....	52
Figura 4.4-9 – Imagem do Sensor Micropilot FMR10. [11]	53
Figura 4.4-10 – Imagem do Transdutor de Pressão PMC21, [11]	53
Figura 4.4-11 – Imagem do Sensor de Caudal Proline Prosonic Flow, [11].....	54
Figura 4.4-12 – Imagem do Kit de Medição dos Parâmetros da Água Liquiline CM14 [11].....	54
Figura 4.5-1 – Redes de Comunicações.....	55
Figura 4.6-1 – Painel para atribuição do IP via DCP	56
Figura 4.6-2 – Painel de adição dos módulos INTERBUS	57
Figura 4.6-3 – Configurações avançadas para as restantes pré-configuração do PLC	57
Figura 4.6-4 - Programa para PLC do Reservatório de Água Parte 1	60

Figura 4.6-5 - Programa para PLC do Reservatório de Água Parte 2	61
Figura 4.6-6 - Programa para PLC da Estação de Bombagem Parte 1	64
Figura 4.6-7 - Programa para PLC da Estação de Bombagem Parte 2.....	65
Figura 4.6-8 - Programa para PLC da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Parte 1	68
Figura 4.6-9 - Programa para PLC da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Parte 2	69
Figura 4.6-10 - Programa para PLC da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Parte 3	70
Figura 4.6-11 – Interface do utilizador do PLCnext Engineer, [10]	71
Figura 4.6-12 – Configuração dos Intervalos do IP	72
Figura 4.6-13 – Configuração Manual do IP.....	72
Figura 4.6-14 - Atribuição com sucesso do controlador configurado a um dispositivo online.....	72
Figura 4.6-15 – A dição dos Módulos Axioline F na área PLANT e na lista de dispositivos.....	73
Figura 4.6-16 – Seleccionador de função para dispositivos PROFINET	73
Figura 4.6-17.- Subprograma parte 1 para controlo do Reservatório de Água.....	74
Figura 4.6-18- Subprograma parte 2 para controlo do Reservatório de Água.....	75
Figura 4.6-19 - Subprograma parte 1 para controlo da estação de bombagem	76
Figura 4.6-20 - Subprograma parte 2 para controlo da estação de bombagem	76
Figura 4.6-21 - Subprograma parte 1 para controlo da estação de bombagem com camara de aspiração	78
Figura 4.6-22 - Subprograma parte 2 para controlo da estação de bombagem com camara de aspiração	79
Figura 4.6-23 - Imagem da interface do utilizador da WebVisit	81
Figura 4.6-24 - Acesso ao Configuração do Projeto do WebVisit.....	82
Figura 4.6-25 - Configuração do Projeto do WebVisit.....	82
Figura 4.6-26 – Configuração do Projeto, importação das variáveis	83
Figura 4.6-27 – Interface do Usuário do Factory I/O, [14]	85
Figura 4.6-28 – Simulação de Reservatório de água.....	86
Figura 4.6-29 - Configuração das variáveis para OPC no PCWorx.....	87
Figura 4.6-30 – Download do programa para o PLC ILC 131ETH, no PCWorx.....	87
Figura 4.6-31 – Configuração do servidor OPC-DA.....	88
Figura 4.6-32 – Interligação entre as variáveis através do OPC no Factory I/O	88
Figura 4.6-33 – Instalação e painel durante a simulação no Fatory I/O	89
Figura 4.6-34 – Download do projeto do HMI para o PLC ILC 131ETH.....	89
Figura 4.6-35 – Layout Inicial do Reservatório de água com as luzes indicadores	90
Figura 4.6-36 – Layout com os parametros durante a simulação	90

Figura 4.6-37 – Layout dos alarmes durante a simulação.....	91
Figura 4.6-38 – Ativação do device profinet no PCworx	91
Figura 4.6-39 – Interligação das Variáveis a Trnsferir por Profinet no PCWorx	92
Figura 4.6-40 - Imagem do PLC ILC 131ETH e PLCnext ligado em rede durante as simulações	92
Figura 4.6-41 - Declaração do device Profinet no PLCnext Engineer	93
Figura 4.6-42 - Página WBM (Web Based Management) do PLCnext, confirmando comunicação com o dispositivo Profinet	93
Figura 4.6-43 -Configuração no PLCNext Engineer para Ler as variáveis por Profinet.....	94
Figura 4.6-44 - Configuração do OPC UA no PLCnext Engineer.....	94
Figura 4.6-45 - Configuração do OPC UA cliente no VISU+.....	95
Figura 4.6-46 – ligação das Variáveis a instalação a Simular no Visu+.....	95
Figura 4.6-47 – Layout Individual dos Reservatórios de Água durante a simulação 1 no Visu+	96
Figura 4.6-48- Layout Individual dos Reservatórios de Água durante a simulação 2 no Visu+	Erro!
Marcador não definido.	
Figura 7.1-1 – Layout Principal do Sistema de Telegestão.....	102
Figura 7.1-2 – Layout das Legendas	103
Figura 7.1-3 – Layout Individual do Sistema Norte.....	104
Figura 7.1-4 – Layout Individual do Sistema Sul	104
Figura 7.1-5 – Layout Individual da Estação de Bombagem	105
Figura 7.1-6 – Layout Individual dos Reservatórios de Água.....	105
Figura 7.1-7 – Layout Individual da Estação de Bombagem Camara de Aspiração.....	106
Figura 7.1-8 – Layout Principal de Relatórios.....	106
Figura 7.1-9 – Layout Individual para Geração de Alarmes	107
Figura 7.1-10 – Layout Individual de Relatório	107
Figura 7.2-1 - Layout Inicial da instalação	108
Figura 7.2-2 – Layout dos Parâmetros da Qualidade de Quantidade da Água.....	109
Figura 7.2-3 – Layout dos Alarmes.....	109
Figura 7.2-4 – Layout Inicial da Estação de Bombagem	110
Figura 7.2-5 – Layout Parâmetros da Eletrobomba	111
Figura 7.2-6 - Layout Inicial da Instalação	111
Figura 7.2-7 – Layout da Câmara de Aspiração	112
Figura 7.2-8 – Layout dos Parâmetros da Estação de Bombagem.....	112
Figura 7.2-9 - Layout dos Alarmes	113

LISTA DAS TABELAS

Tabela 2-1 – Dessalinização, Capacidade Instalada nas Ilhas de Cabo Verde [3].....	7
Tabela 2-2 – Mobilidade das Águas Superficiais nas Ilhas de Cabo Verde [3]	7
Tabela 2-3 - Pontos de Água em Exploração em são Domingos [3].....	12
Tabela 2-4 - Pontos de Água em Exploração em Santa Cruz, [3].....	13
Tabela 2-5 - Características dos Pontos de Água em Exploração em Tarrafal, [3]	14
Tabela 2-6 - Pontos de Água em Exploração em São Miguel, [3].....	15
Tabela 2-7 - Pontos de Água em Exploração em São Salvador do Mundo, [3]	16
Tabela 2-8 – Pontos de Água em Exploração, em Ribeira Grande de Santiago, [3].....	17
Tabela 2-9 - Pontos de Água em Exploração em São Lourenço dos Órgãos [3].....	18
Tabela 2-10 - Pontos de Água em Exploração em Santa Catarina [3]	19
Tabela 3-1 - Comparação entre os diversos sistemas de telegestão, [6].....	35
Tabela 4-1 – Resumo das Infraestruturas do Projeto, [9]	38
Tabela 4-2 – Variáveis do Programa para Reservatório de Água.....	58
Tabela 4-3 – Variáveis do Programa da Estação de Bombagem	62
Tabela 4-4 – Variáveis do Programa da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração	66
Tabela 4-5 – Profinet Vs Profibus [15].....	97
Tabela 4-6 – Lista das Quantidades dos Equipamentos.....	98

LISTA DOS ACRÓNIMOS

WT	Water Tank
BP	Brake Pressure
PS	Pumping Station
DP	Desalination Plant
RA	Reservatório de Água
CD	Central de Dessalinização
EB	Estação de Bombagem
CA	Câmara de Aspiração
AB	Achada Bianga
AM	Achada Monte
AT	Achada Tenda
BB	Achada Bel Bel
CP	Costa Pinha
CT	Calhetona
FM	Funco Marques
SM	São Miguel
TR	Travessa
WTJU	Water Tank Junco
WTCT	Water Tank Calhetona
PSSM	Pumping Station São Miguel
PSJU	Pumping Station Junco
WTSM	Water Tank São Miguel
WTCP	Water Tank Costa Pinha
BPCP	Break Pressure Costa Pinha
PSCP	Pumping Station Costa Pinha

WTAM	Water Tank Achada Monte
WTBB	Water Tank Achada Bel Bel
WTAB	Water Tank Achada Bianga
WTFM	Water Tank Funco Marques
PSBB	Pumping Station Achada Bel Bel
PSAB	Pumping Station Achada Bianga
PSFM	Pumping Station Funco Marques
WTFM	Water Tank Funco Marques
CDCT	Central Dessalinização Calhetona
RACT	Reservatório de Água Calhetona
RAAB	Reservatório Água Achada Bianga
EBAB	Estação Bombagem Achada Bianga
RAAM	Reservatório Água Achada Monte
CAAB	Câmara de Aspiração Achada Bianga
RACP	Reservatório Água Costa Pinha
EBFM	Estação Bombagem Funco Marques
EBSM	Estação Bombagem São Miguel
RAFM	Reservatório de Água Funco Marques
CAJU	Câmara de Aspiração Junco
EBJU	Estação Bombagem Junco
EBCP	Estação Bombagem Costa Pinha
EBBB	Estação Bombagem Achada Bel Bel
RABB	Reservatório Água Achada Bel Bel
CAFM	Camara Aspiração Funco Marques
ETAR	Estação de Tratamento de Água Residuais
ETA	Estação de Tratamentos de Água

JICA		Agência de Cooperação Internacional do Japão
MITCV		Ministério das Infraestruturas de Cabo Verde
Ads		Empresa única Intermunicipal de Água e Saneamento
ANAS		Agência de água e Saneamento
ARE		Agência de Regulação Económica.
PH		Potencial Hidrogénio Iónico
ORP		Potencial de Oxidação Redução
UL		Unidade Local
US		Unidade de supervisão
UZ		Unidade de Zona
PLC	Programmable Logic Controller	Controlador Lógico Programável
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados
HMI	Humam Machine Interface	Interface Homem Máquina
OPC UAPen Platform Communications Unified Architecture	

1. Introdução

1.1. Enquadramento e Motivações

As Ilhas de Cabo Verde, localizadas numa zona semiárida da Costa Ocidental Africana, são todas afetadas pela escassez de chuva; a falta de água potável nas Ilhas tem sido uma constante ao longo dos séculos. Esse fenómeno é um entrave ao desenvolvimento do país, de uma forma sustentável. Este problema vem sendo resolvido através da captação de águas subterrâneas e superficiais com abertura de furos, poços, construção de bacias hidrográficas, barragens e com maior peso de importância, a dessalinização da água do mar para o consumo humano.

Em Cabo Verde, as reservas naturais de água são escassas e a estação chuvosa dura apenas três meses por ano. O Governo de Cabo Verde vem apostando na dessalinização da água do mar para abastecer a população, mas mais de 55% da produção perde-se na rede de distribuição. A necessidade de combater essas perdas, bem como melhorar o serviço prestado ao cidadão, um constante aumento da rede de distribuição de água e a necessidade de manter o número de colaboradores, leva à necessidade de monitorizar e controlar as redes de modo a otimizar o seu funcionamento. Neste sentido, a telegestão assume-se como uma ferramenta de excelência permitindo o controlo, à distância e em tempo real, de todo o processo de produção, distribuição e abastecimento de água potável.

O motivo que despertou o interesse pelo tema está relacionado ao valor que a água representa para o desenvolvimento sustentável de uma sociedade, considerando que é um recurso escasso e exige incontornavelmente uma gestão otimizada e eficiente. Considerando que o sector da distribuição de água serve praticamente toda a população nacional, o conjunto de pagadores é dos mais vastos que se podem encontrar nos mercados e isto, por si só, aumenta o interesse na realização deste trabalho, face ao impacto que a temática representa na vida dos cabo-verdianos.

A escolha deste tema (telegestão para o sistema de abastecimento de água) surge com base nas dificuldades, críticas e preocupações que envolvem o sector da distribuição da água em Cabo Verde, mais concretamente na ilha de Santiago, com a perspetiva de melhorar a sua eficiência e atender aos anseios do poder político, dos funcionários e técnicos, dos parceiros, das populações, entre outros.

1.2. Âmbitos e Objetivos

O presente documento incide sobre o projeto do sistema de telegestão para a rede abastecimento de água para a ilha de Santiago em Cabo Verde, em particular as principais funcionalidades aliadas às vantagens da sua utilização. Antes da implementação do Projeto de Telegestão foi elaborado um estudo sobre o atual sistema de produção e distribuição de água potável na Ilha de Santiago. Após essa análise foram definidos os âmbitos e os objetivos que se pretendem atingir na implementação do Projeto de Telegestão.

Com base nos dados dos levantamentos sobre o sistema atual de abastecimento de água na Ilha de Santiago, constata-se que cada um dos nove municípios tem o seu sistema independente de produção e distribuição de água, baseando-se na captação de água subterrânea e dessalinização. Ainda no âmbito dos levantamentos e estudos chega-se a um estudo preparatório onde originou um novo projeto - Projeto JICA (Agência de Cooperação Internacional do Japão), para abastecimento de água na Ilha de Santiago. Este estudo foi elaborado pela JICA, por uma equipa composta por um convênio que tem como líder a Toyo Engineering Corporation, a Ingérosec Corporation e a Único International Corporation, de acordo com a solicitação do Governo da República de Cabo Verde e com as minutas acordadas entre o Ministério da Economia, Crescimento e Competitividade (MECC, substituído pelo Ministério do Turismo, Indústria e Energia - MTIE), JIC, [1].

O objetivo principal do trabalho desta dissertação é a elaboração e apresentação de um projeto de telegestão para o sistema de abastecimento de água na ilha de Santiago em Cabo Verde, tendo como base o estudo preparatório realizado no âmbito da disciplina opção IV (complementos de investigação), com a finalidade de monitorizar e controlar remotamente, as principais instalações do sistema, permitindo uma melhor qualidade do serviço prestado e uma maior eficiência na gestão técnico-operacional, económica e estatística de tais sistemas. O projeto de telegestão aqui proposto irá atender a vários fatores, dos quais se salientam a modularidade, fiabilidade, simplicidade, operacionalidade e facilidade de manutenção.

A telegestão no sistema de abastecimento de água tem como objetivos principais:

- Visualizar, em tempo real, a evolução do processo de produção e distribuição de água desde a central de dessalinização até a distribuição final,
- Controlar os parâmetros da qualidade de água e perdas nas condutas de distribuição ou nos reservatórios em tempo real;
- Realizar os relatórios e ou balanços da exploração do sistema de abastecimento de água.

1.3. Metodologia e Estruturas

O presente trabalho está estruturado em sete capítulos organizados da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução, apresentação de forma resumida deste trabalho, a motivação que levou ao seu desenvolvimento, os âmbitos e objetivos e que se pretendem atingir e a metodologias e estrutura do presente documento.

Capítulo 2 –Enquadramento da Ilha de Santiago, breve descrição sobre o Arquipélago de Cabo Verde, incluindo o resumo hídrico e por fim o sistema de abastecimento de água atual .na Ilha de Santiago.

Capítulo 3 – Estado da Arte, definição geral e concetual da telegestão, a sua importância e algumas vantagens. Ainda no mesmo capítulo é realizada uma descrição sobre o sistema de telegestão para rede de abastecimento de água, e termina-se o capítulo com a apresentação do resumo sobre os sistemas de tele controlo existente no Arquipélago de Cabo Verde.

Capítulo 4 – Projeto de Telegestão proposto onde são apresentados e justificados, todos os componentes constituintes do projeto, nomeadamente a escolha do modelo da arquitetura, as especificações dos equipamentos, as redes de comunicação, os layouts computacionais e por fim os programas e simulações desenvolvidos.

Capítulo 5 – Conclusões, são apresentadas as respetivas conclusões à realização deste projeto, bem como eventuais melhorias e trabalhos futuros a implementar.

Nos últimos capítulos 6 e 7 do projeto são apresentadas as devidas referências documentais utilizadas e apêndices, respetivamente, referentes à mesma.

2. Enquadramento da Ilha de Santiago

2.1. Breve Caracterização do Arquipélago de Cabo Verde

Cabo Verde é um pequeno arquipélago de 4.033 km², dez ilhas e treze ilhéus. Estas emergem-se de uma sobrelevação submarina em forma de ferradura em três pedestais bem distintos. No pedestal a Norte encontram-se as Ilhas de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau e os Ilhéus Boi, Pássaros, Branco e Raso; a Leste e Sul, as Ilhas do Sal, Boa Vista, Maio e Santiago e os Ilhéus Rabo de Junco, Curral de Dadó, Fragata, Chano, Baluarte e o Ilhéu de Santa Maria; a Oeste, as Ilhas de Fogo e Brava e os Ilhéus Grande, Luís Carneiro e de Cima, [2].

O arquipélago situa-se na Margem Oriental do Atlântico Norte, Figura 2-1, a cerca de 450 km da Costa Ocidental Africana (Senegal) e a cerca de 1.400 km do Sudoeste das Canárias, entre os paralelos 17° 13' (Ponta Cais dos Fortes, Ilha de Santo Antão) e 14° 48' de latitude Norte (Ponta de Nhô Martinho, Ilha Brava) e pelos meridianos de 22° 42' de longitude Oeste de Greenwich (ilhéu Baluarte, Ilha da Boa Vista) e 25° 22' (Ponta Chã de Mangrado, Ilha de Santo Antão).

As ilhas dividem-se em dois grupos, tendo em conta os ventos dominantes - os ventos Alísios de Nordeste: Barlavento (Santo Antão, São Vicente, São Nicolau, Sal e Boa Vista) e Sotavento (Ilhas de Maio, Santiago, Fogo e Brava).

Tendo em conta o relevo das ilhas, temos as planas ou rasas situadas a Leste (Sal, Boa Vista e Maio) com altitudes não ultrapassando os 450 m e as ilhas altas (Santo Antão, São Vicente, São Nicolau, Santiago, Fogo e Brava) com relevo acentuado e intensa rede de drenagem, estas com maior potencial hídrico e agrícola.

O arquipélago é caracterizado por uma temperatura média de 25° C e precipitações bastante variáveis, o clima do país é caracterizado essencialmente pela ocorrência de duas estações claramente definidas - o das "águas" com temperaturas mais elevadas, entre os meses de agosto a Outubro caracterizada por chuvas intermitentes ligadas à deslocação senatorial da Convergência Inter Tropical (CIT), e o das "brisas" de Dezembro a Junho, mais seca e fresca em que predomina a ação dos ventos Alísios.

A população atual (2019) do arquipélago, aponta para um total de 547292 habitantes, sendo 49,6% do sexo masculino e 50,4% do sexo feminino, em que mais da metade desta população reside na Ilha de Santiago, [2].

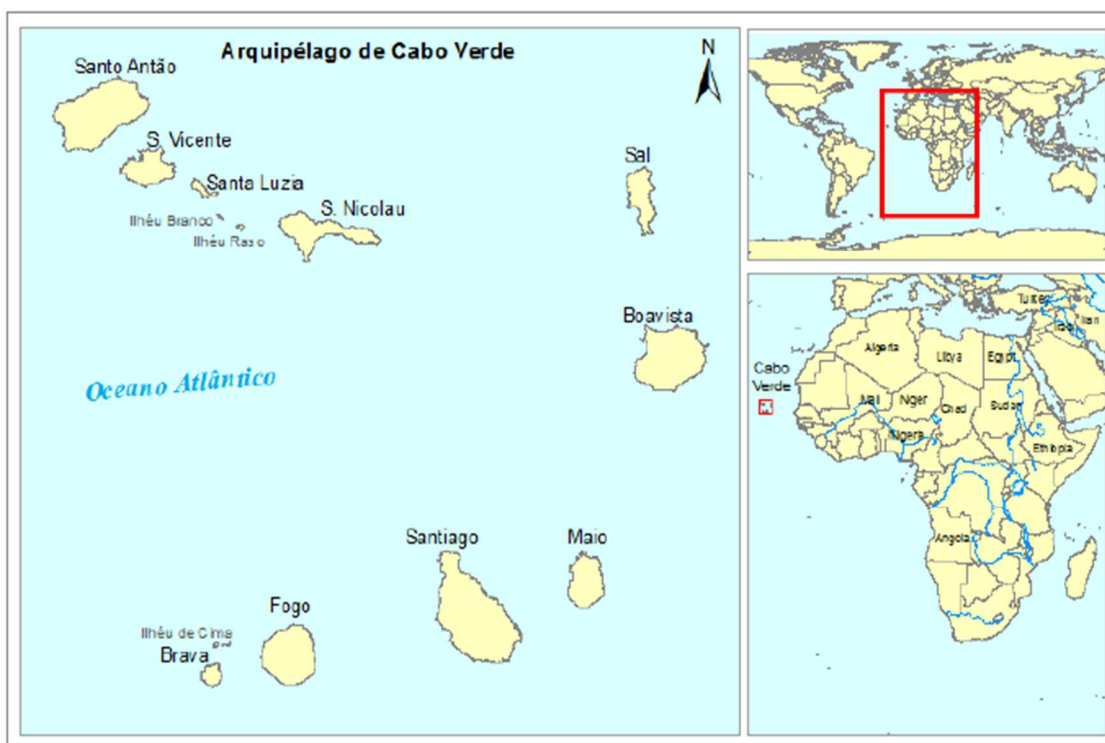


Figura 2-1 – Localização Geográfica do Arquipélago de Cabo Verde [2]

2.2.A Ilha de Santiago

A Ilha de Santiago, a maior do arquipélago com 991 km² localiza-se a sul de Cabo Verde entre os paralelos 15° 20' e 14° 50' de latitude Norte e os meridianos 23° 50' e 23° 20' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. De forma adelgada, tem um comprimento máximo de 54,9 km (entre a Ponta Moreia a Norte e a Ponta Mulher Branca a Sul) e uma largura máxima de 29 km (entre Ponta Janela, a Oeste e a ponta Praia Abaixo a Leste). Pertence ao grupo das ilhas do Sotavento, [3].

Santiago, é uma das ilhas com maior potencial agrícola, alberga o capital do país, a cidade da Praia e tem uma população de aproximadamente de 274.000 habitantes correspondente a 56% da população total do Arquipélago.

É constituído administrativamente por nove municípios: Praia, Ribeira Grande de Santiago, São Domingos, São Lourenço dos Órgãos, São Salvador do Mundo, Santa Catarina, Santa Cruz, São Miguel e Tarrafal. Os concelhos estão distribuídos espacialmente conforme indicado na Figura 2-2, [Erro! A origem da referência não foi encontrada..

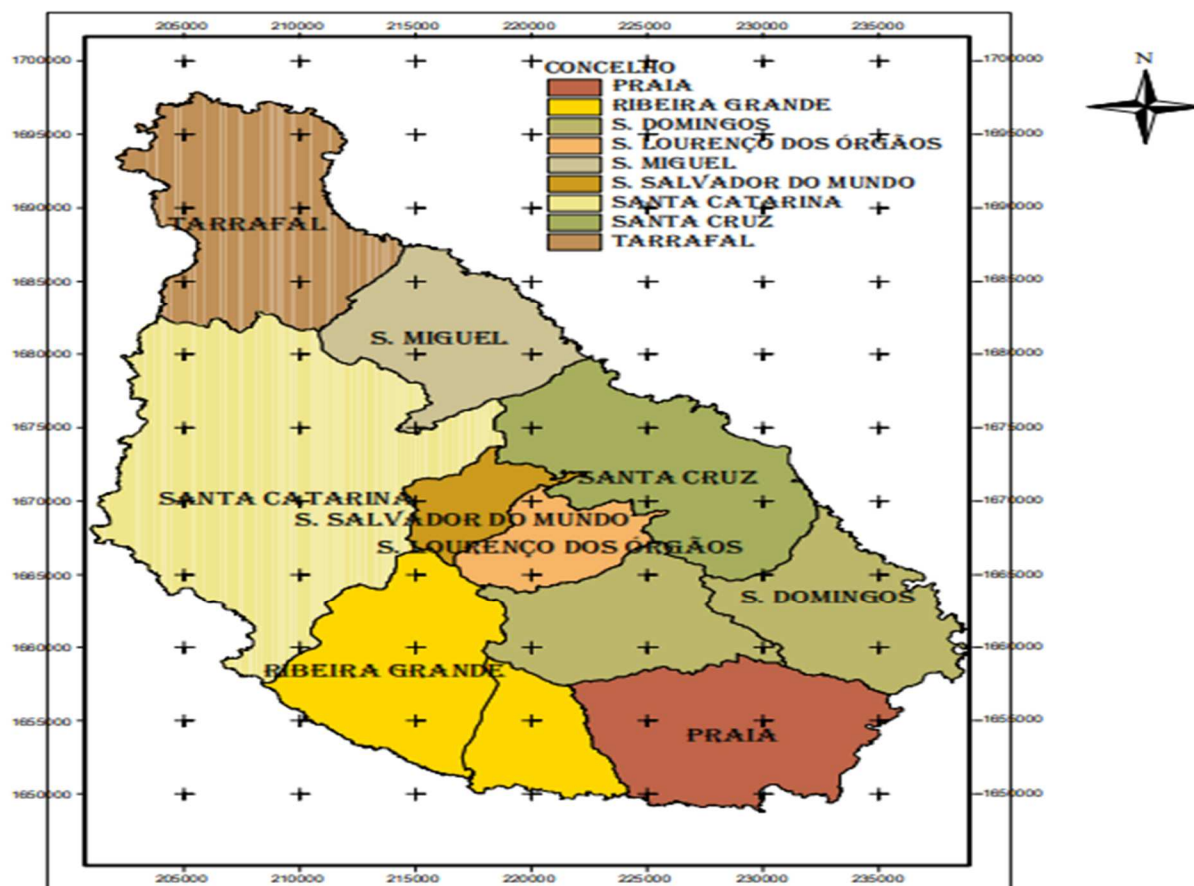


Figura 2-2 – Distribuição Geográfica dos Concelhos de Ilha de Santiago [4]

2.3. Resumo Hídrico de Cabo Verde

Um dos principais problemas das ilhas de Cabo Verde é a falta de água. A chuva ocorre principalmente no verão, mas não o suficiente para resolver o défice hídrico. Além disso, o carácter torrencial não facilita a infiltração. Em zonas áridas do litoral a precipitação média anual é inferior a 100 mm³, como é o caso das ilhas de baixo-relevo, como são os casos do Sal, Boa Vista e Maio.

Como já referido, a principal condição imposta pelo ciclo hidrológico das ilhas é o défice hídrico. É o entrave ao desenvolvimento do país, de uma forma sustentável. Este problema vem sendo resolvido através da captação de águas subterrâneas e superficiais com abertura de furos e poços, construção bacias hidrográficas, barragens e, com maior peso de importância, a dessalinização da água do mar para o consumo humano nos principais centros urbanos de Cabo Verde, [3].

2.3.1. Dessalinização e Captação das Águas em Cabo Verde

Os sistemas de dessalinização da água do mar para consumo humano, a captação de águas subterrâneas e superficiais para consumo e agricultura, são a formas para abastecimento de água nas ilhas de Cabo Verde. A nível nacional, a capacidade total instalada para produção diária de água dessalinizada ronda os 35.500 m³/dia, os sistemas são geridos por quatro entidades operadoras diferentes e a captação de águas superficial é feita em algumas das ilhas, conforme estão indicadas na Tabela 2-1 e Tabela 2-2, [3].

Local	Capacidade instalada (m ³ / dia)			Entidade Operadora
	Nr.	Unidade	Total instalada	
Sal – Palmeira	2	1.000	2.000	ELECTRA
Sal – Palmeira	2	1.200	2.400	ELECTRA
Sal – Sta. Maria	2	500	1.000	APP
Sal – Sta. Maria	2	1.000	2.000	APP
Santo Antão – P. Novo	2	500	1.000	APN
São Vicente	3	1.000	3.000	ELECTRA
São Vicente	3	1.200	3.600	ELECTRA
São Nicolau	2	500	1.000	SAAS
Boavista	3	1.200	3.600	AEB
Maio	1	350	350	AdM
Maio	2	100	200	AdM
Santiago	3	5.000	15.000	ELECTRA
Total			35.150	

Tabela 2-1 – Dessalinização, Capacidade Instalada nas Ilhas de Cabo Verde [3]

Barragem	Localização (Ilha)	Ano de conclusão	Capacidade da albufeira (hm ³)	Volume água disponível para rega (m ³ /ano)	Área a irrigar (ha)
Poilão	Santiago	2006	1,7	1.200.000	100
Saquinho	Santiago	2013	0,7	563.000	66
Salineiro	Santiago	2013	0,7	596.000	58
Faveta	Santiago	2013	0,7	536.000	86
Figueira Gorda	Santiago	2014	1,8	1.455.000	105
Canto de Cagarra	Santo Antão	2014	0,4	360.000	65
Banca Furada	São Nicolau	2014	0,45	300.000	35
Flamengos	Santiago	em construção	0,85	852.000	80
Principal	Santiago	em construção	0,7	520.000	85
Total			8	6.382.600	680

Tabela 2-2 – Mobilidade das Águas Superficiais nas Ilhas de Cabo Verde [3]

2.3.2. Estrutura Institucional

Os órgãos relacionados às atividades de abastecimento de água em Cabo Verde são os seguintes:

- **ANAS** – A Agência Nacional de Água e Saneamento (ANAS) foi criada pelo Decreto-Legislativo nº46/2013, publicado no boletim oficial nº 48, I Serie, de 17 de setembro de 2013. É responsável pela implementação das políticas governamentais e pela gestão integrada dos investimentos no sector da água e saneamento, bem como o planeamento estratégico, o seguimento, a regulação técnica, a supervisão e a monitorização dos serviços de produção, distribuição e comercialização de água, recolha, tratamento e rejeição de efluentes líquidos e resíduos em todo o território nacional, [3].

- **ARE** – A “Agência de Regulação Económica” (ARE) é uma agência reguladora independente estabelecida pelo Decreto Nº 26/2003, que iniciou suas atividades em fevereiro de 2004. A ARE objetiva realizar os trabalhos administrativos de regulação económica e a supervisão nos sectores de água, energia, telecomunicação, e de serviços de transporte público urbano e de transporte por ferry. Por outro lado, a missão da ARE é promover a eficiência económica e a estabilidade financeira dos sectores, de forma a garantir e atender o interesse público para o benefício da sociedade. Sua atribuição inclui também a proteção dos direitos e interesses dos clientes, principalmente no tocante às taxas de preço e qualidade dos serviços fornecidos, [3].

- **ELECTRA** – A “Empresa de Eletricidade e Água SARL” (ELECTRA) foi fundada pelo Decreto-Lei Nº 37/82 como uma empresa de utilidade pública e, posteriormente, alterada para uma companhia de responsabilidade limitada pelo Decreto-Lei Nº 68/98. Esta empresa opera com geração, distribuição e venda de eletricidade para todas as 9 ilhas e produção e distribuição de água para a cidade de Praia, na Ilha de Santiago, e para a Ilha de São Vicente, Ilha do Sal, e Ilha da Boavista, [3].

- **ADA** – A “Agência de Distribuição de Água” (ADA) foi estabelecida em 1999, quando o serviço de abastecimento de água em Praia foi transferido do município de Praia para a ELECTRA e ADA. ADA é uma organização independente do município de Praia sem subsídios. ADA tem sido responsável pelo serviço de abastecimento de água, com exceção da ligação residencial no município de Praia, tanto através de chafarizes públicas e de camião-pipa, a fim de atender a demanda do povo sem ligação residencial. A ADA compra água dessalinizada da ELECTRA e vende para seus clientes, pois ela não produz água, [3].

- **AGUABRAVA** – A deliberação nº 3/2002, do Conselho Nacional de Águas, na qualidade de concedente, conferiu, naquele ano, à Empresa Intermunicipal de Água do Fogo e da Brava, AGUABRAVA, LDA, a licença para uso e aproveitamento dos recursos hídricos. A empresa é responsável pela gestão técnica e comercial de instalações de água potável nas ilhas do Fogo e Brava. A empresa cobre uma área de jurisdição que abrange uma população volta de 43.046 habitantes, sendo 37.051 na Ilha do Fogo e 5.995 na ilha da Brava, [3].
- **AEB** – A ÁGUA e Energia da Boa Vista, é uma empresa que tem a sua sede em Sal Rei Ilha da Boa Vista, Cabo Verde. A empresa tem como objeto a verticalização dos negócios de água corrente ao domicílio, energia bem como a exploração comercial de atividades e objetos com elas relacionadas tais como a recolha, tratamento, saneamento e depuração de águas residuais, assim como reciclagem e reutilização das águas depuradas para outros fins distintos do consumo humano, [3].
- **APP** – A Águas de Ponta Preta, é uma empresa de capitais privados que opera na ilha do Sal, na produção e distribuição água. A empresa dispõe de uma capacidade de produção de água (3.000 m³/dia) superior à procura na Urbanização da Ponta Preta (UPP), que é de 2.000 m³/dia, [3].
- **APN** – A empresa Águas de Porto Novo (APN), criada em 2007, e inaugurada em 2008 como produtor independente, foi constituída em parceria pública privado (BOT), entre o Governo, o Município de Porto Novo e a empresa APP e através de um contrato de fornecimento por atacado, em regime de *take or pay*, assumiu a produção de água dessalinizada, destinada ao abastecimento da cidade do Porto Novo. Esta sociedade surgiu da necessidade de fornecer água de melhor qualidade à população do Porto Novo, [3].
- **Ads** – é uma empresa única intermunicipal de água e saneamento (águas residuais), S.A. englobando todos os municípios de Santiago, ou seja, os municípios de Tarrafal, São Miguel, Santa Cruz, Santa Catarina, São Salvador do Mundo e São Lourenço dos Órgãos) e outra para Santiago Sul (Ribeira Grande, Praia e São Domingos). A empresa é responsável pela exploração dos recursos hídricos, sob licença da ANAS e nos termos da regulação da ARE, com o objeto da distribuição da água para consumo doméstico, a recolha e o tratamento das águas residuais em toda a Ilha de Santiago, [3].

2.4. Sistema Atual de Abastecimento de Água na Ilha de Santiago

Para a análise do uso de água potável, é necessário levar em consideração que a situação difere entre as áreas urbana e rural, e também considerar usos diferentes da água, especialmente do uso agrícola, que sofre maior influência da disponibilidade dos recursos hídricos limitados da Ilha. O déficit em termos de disponibilidade em relação à necessidade implica na busca ou criação de recursos hídricos complementares.

Atualmente na ilha de Santiago o abastecimento de água nos nove municípios para consumo humano e agricultura é feita a partir de dessalinização, captação de águas subterrâneas e superficiais (barragens e bacias hidrográficas), [3].

2.4.1. Abastecimento Por Municípios

Na empresa Ads não existem desenhos ou documentos disponíveis que descrevem as redes de distribuição de água nos municípios com exceção do município da Praia. É difícil se estimar o comprimento preciso e a situação da rede de distribuição, mas de acordo com o nível de perdas, existe um grande vazamento, o que faz concluir que a manutenção e a monitoração são insuficientes no sistema de rede de distribuição, [3].

- **Abastecimento de Água no Município da Praia**

Neste município o abastecimento de água é feito partir de duas unidades dessalinização, gerenciados pela Electra SA, e oito furos de captação de água subterrânea sob a responsabilidade da Ads. Em 2014, na central de Palmarejo, fez-se a montagem de mais uma unidade de produção, (Financiado pelo Fundo Europeu) de capacidade nominal de 5.000 m³/dia. Com este investimento, aumentou a sua capacidade produtiva de água dessalinizada, passando de 10.000 m³/dia, para 15.000 m³/dia. A Ads faz a distribuição e comercialização da água potável em todo o município, tendo o sistema a estrutura indicada na Figura 2-3.

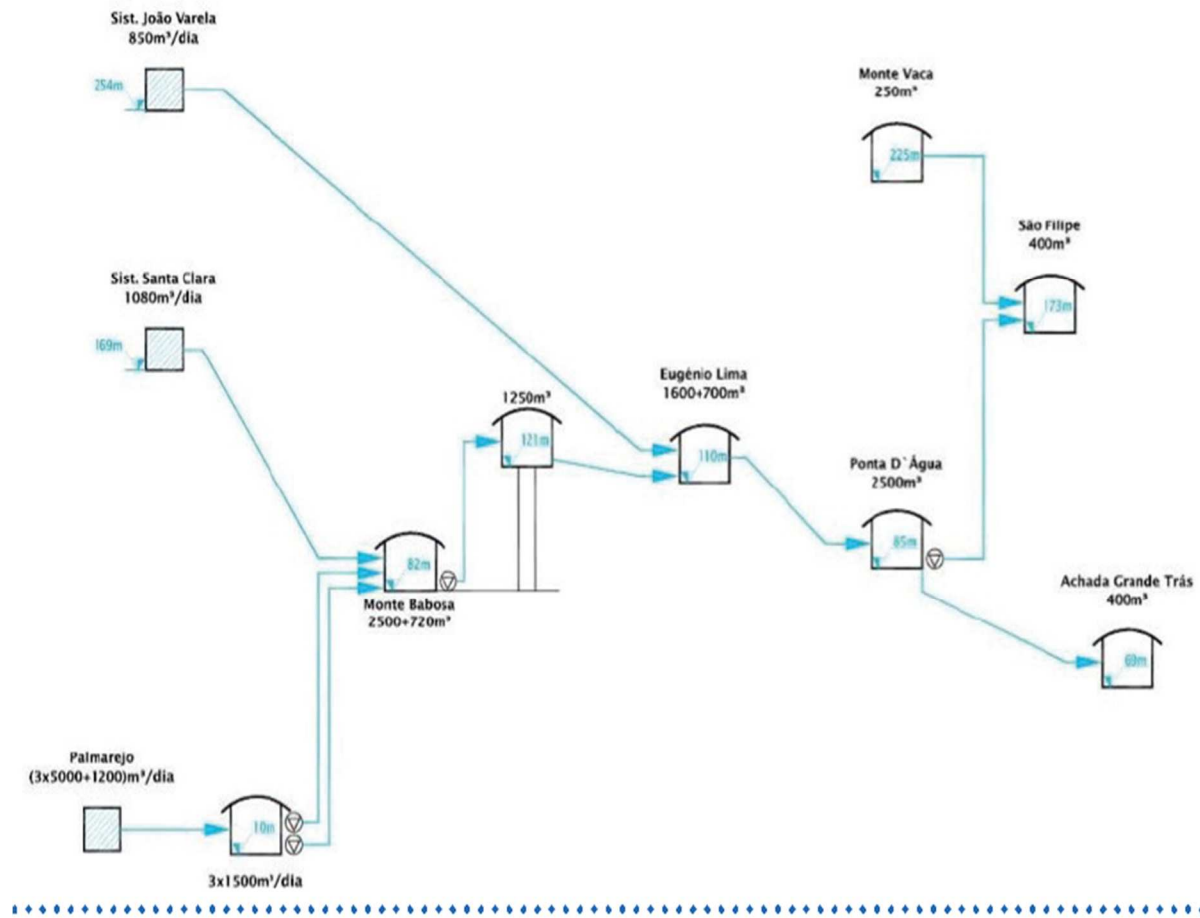


Figura 2-3 – Sistema de Abastecimento de água no Município da Praia em Santiago [3]

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. A Principal fonte de água é a Central de dessalinização em Palmarejo com capacidade total de produção $15000\text{m}^3/\text{dia}$.
2. Os reservatórios principais são: 1.500m^3 no local da usina de dessalinização, 2.500m^3 e 1.000m^3 em Monte Babosa, 700m^3 em Eugénio Lima, 400m^3 em Achada São Felipe (área em expansão), 1.500m^3 em Ponta d'Água, 400m^3 em Achada Grande Traz, próximo ao aeroporto, etc.
3. Todos os reservatórios acima descritos são conectados através de tubagens de transmissão para que dê eficiência ao sistema de distribuição. Apesar disso, não existe um sistema de controlo remoto e automatizado entre as bombas e reservatórios, e mesmo a cloração em Monte Babosa é feita manualmente, [3].

- **Abastecimento da Água no Município de São Domingos**

No município de São Domingos o abastecimento de água potável e para agricultura é feito através de furos de poços de captação de águas subterrâneas ao encargo da Ads. Esses furos estão distribuídos consoante a Tabela 2-3.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m ³ /h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Conducti. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-53	R. Chiqueiro	24	Abast	10	126	736	AA
Furo	FBE-156	R. Chiqueiro	7	Abast	10	124	714	AA
Furo	FBE-901	R. Chiqueiro	5	Abast	10	180	789	AA
Furo	FBE-855	Pau de Sac		Abast	8	150		AC
Furo	FBE-851	Loura / Da	11	Abast	8	216	319	AA
Furo	FBE-850	Rui Vaz	6.8	Abast	8	259	415	AE
Furo	FBE-857	Ach. Mitra	5.2	Abast	8	180	366	AA
Furo	FBE-184	Ribeirão c	6	Abast	6	30		AI
Furo	FBE-56	Caiumbra	3	Abast	6	105	1.510	AI
Total			68		74			

Tabela 2-3 - Pontos de Água em Exploração em São Domingos, [3].

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. A água da fonte é estável e abundante. Uma parte da água é fornecida também à cidade vizinha, Praia.
2. Existem 4 poços e suas águas são usadas tanto para a agricultura como para beber.
3. Existem 10 reservatórios (Capacidade: 8 a 55 m³).
4. A instalação de um novo reservatório de concreto de capacidade de 1.000 m³ será logo autorizada em Achada Forte.
5. A cloração é feita em reservatórios.
6. O consumo de água é de 20 litros/dia/pessoa, [3].

- **Abastecimento da Água no Município de Santa Cruz**

Neste Município o abastecimento de água para a agricultura e consumo humano é através de uma pequena central de dessalinização e pela captação de águas subterrâneas e superficiais (barragem). Em semelhança aos outros municípios a gestão das águas é da responsabilidade da empresa intermunicipal Ads. Na Tabela 2-4, encontram-se as características dos princípios pontos de água em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m ³ /h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Conducti. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-146	Librão	11	Misto	8	78	1.080	AI
Furo	FBE-33	Várzea Nov	12	Abast	10	17	1.221	AJ
Furo	FBE-59	Poilãozinho	45	Misto	12	50	1.158	AJ
Furo	FBE-49	Saltos	7	Rega	8	69	1.780	AL
Furo	FBE-47	Saltos	5	Misto	8	55	1.675	AL
Furo	FBE-859	R. Almaço	3	Abast	8	81.6	1.337	AI
Furo	FBE-978	Figueira Go	7	Abast	8	180		AK
Total			90		62			

Tabela 2-4 - Pontos de Água em Exploração em Santa Cruz, [3].

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. A meta de abastecimento de água é de 50 litros/dia/pessoa, mas o consumo real de 30 litros/dia/pessoa devido a vazamento de água. O roubo de água atinge 30% do abastecimento de água.
2. O tempo de serviço é de 1 a 2 horas/dia em locais altos e de 8 a 10 horas/dia em locais baixos.
3. As fontes de água baseiam-se na usina de dessalinização de Achada Ponta (500 m³/dia), que iniciou a operação em maio de 2009 e 7 poços (1.000 m³/dia).
4. A água do poço e a água dessalinizada são misturadas em dois reservatórios principais (1.000m³ e 450m³).
5. Número de reservatórios: 45 (10 a 1.000 m³).
6. 90% das residências contam com ligação em rede com torneira e hidrômetro, [3].

- **Abastecimento da Água no Município do Tarrafal**

Neste município o abastecimento de água potável e para a agricultura vem da exploração das águas subterrâneas, e a gestão também é da competência da Ads. Na Tabela 2-5 encontram-se as características dos pontos de água em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m ³ /h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Conduct. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-150	Rib. Prata	30	Abast.	14	57	455	AU
Furo	FBE-129	Chão Bom	10	Abast. e Ind	8	38	210	AT
Furo	FBE-30	Ach. Toma	15.6	Abast.	20	105	1.005	AT
Furo	FBE-113	Milho Bran	5.6	Abast.	11	210	430	AU
Furo	FBE-04	Chao Bom	30	Abast.	8	179	455	AT
Furo	FBE-121 B	Ach. Long	16.3	Abast.	8	270	430	AU
Furo	FBE-906	Ach. Moir	6	Abast.	4	306	102	AT
Furo	FBE-131	Mato Mer	6	Abast.	4	270	430	AT
Furo	FBE-151	Rib. Prata	30	Rega	12	30	450	AU
Furo	FBE-193	Porto Forr	15	Abast.	8	35	2.280	AP
Furo	FBE-194	Fazenda	9	Rega	8	34	2.410	AS
Furo	FBE-24	Ach. Boi	30	Abast.	20		784	AT
Furo	FBE-886	Achada Grande	30	Abast.	8		477	AU
Furo	FBE-19	Rib. Prata	30	Rega	12	15		AU
Furo	FBE-886	Achada Gr		Abast.				AT
Total			263.5		145			

Tabela 2-5 - Características dos Pontos de Água em Exploração em Tarrafal, [3].

O sistema baseia-se em dois reservatórios de água de 150 m³ que operam diariamente. Na primeira operação, que inicia às 5h00 e termina às 14h00, um dos dois reservatórios abastece a população de 6.000 habitantes até se esvaziar a sua capacidade, utilizando a diferença de elevação. Simultaneamente, das 7h00 às 12h00, o outro reservatório é abastecido por bombeamento de água (38m³/dia). No dia seguinte, os tanques são utilizados revezadamente.

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. A capacidade de produção de água é de 422.000 m³, sendo 75%, de água potável, e 25%, para o uso agrícola.

2. 98% da população têm acesso à água. 86% dos habitantes estão conectados à rede de água. Cerca de 1.000 pessoas que vivem na região de altitude elevada recebem água por camião-pipa.

3. Atualmente 12 poços são usados para a água potável.

4. 4 poços são localizados na praia e um produz água salgada que é usada para agricultura;

5. A profundidade dos poços é de aproximadamente 100 a 150 m³.

6. Estão em operação 28 reservatórios com um volume de 2.032 m³, [3].

• Abastecimento da Água Município de São Miguel

No Concelho de São Miguel o abastecimento de água potável, para a agricultura é proveniente de uma pequena central de dessalinização existente na Cidade da Calheta, furos de captação de água e bacias hidrográficas, e a gestão da mesma é da responsabilidade da Ads. Na Tabela 2-6 encontram-se as características dos pontos de água em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m ³ /h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Conducti. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-145	Flamengos	3.6	Abast	8	78	1.423	AM
Furo	FBE-39	Ribeireta	31	Rega	8	43	1.785	AN
Furo	FBE-144	Ribeireta	18	Misto	8	31	1.396	AM
Furo	FBE-35	Casa Branca	7	Rega	8	51	1.198	AN
Furo	FBE-134	Casa Branca	1.5	Abast	8	57	1.182	AN
Furo	FBE-205	Flamengos	1.6	Abast	8	60	1.237	AM
Furo	FBE-188	Principal	12	Abast	8	48	668	AO
Furo	FBE-112	Principal	1.2	Abast	8	54	1.315	AO
Furo	FBE-844	Flamengos	8	Abast	8	25	1.410	AM
Furo	FBE-863	Chã de Po	2	Abast	8		660	AO
Furo	FBE-814	Fonte Machado	11.2	Abast	8		1.444	AN
Total			97.1		88			

Tabela 2-6 - Pontos de Água em Exploração em São Miguel, [3].

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. 60% das residências são ligadas à rede de água.

2. A perda de água é de 15 a 20% da água produzida.

3. Estão em operação 35 reservatórios com um volume de 2.058m³.

4. Central de dessalinização de capacidade para produzir 5000 m³/dia.
5. Este município recusa-se a comprar água ao preço proposto (2,95 Euros/m³) pelo consórcio LACHESI (CAIS), **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

- **Abastecimento da Água no Município de São Salvador do Mundo**

Neste município, em semelhança a outros, a água para o consumo humano e agricultura é através de captação da água subterrâneo. A população que não tem acesso à água potável higiênica obtém água para a utilização do dia-a-dia através de fontes e correntes de água superficiais. Somente duas localidades estão conectadas à água encanada e as outras 16 dependem de abastecimento de água de camiões-pipas. Na Tabela 2-7 encontra-se os furos que estão em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m ³ /h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Conduiti. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-882	Cutelano	4.5	Abast.	10	60	1.004	AJ
Furo	FBE-895	Favetra	5.1	Abast.	10	60	1.300	AJ
Furo	FBE-862	Boen-tradinha	9	Abast.	8	78	1.240	AK
Furo	FBE-860	Leitãozinho	3	Abast.	8	79.3	1.190	AJ
Furo	FBE-900	Degredo-N	6	Abast.	10			AJ
Furo	FBE-878	Ponta Mo	10	Abast.	10	60	1.878	AJ
Furo	FBE-90	Pico Freire	6	Abast.	2	84	1.100	AJ
Furo	FBE-05	Jalalo Ram	8.5	Abast.	8	32	1.486	AJ
Furo	FBE-104	Leitão Grande	4	Abast.	6	70	1.186	AJ
Furo	FBE-97	Achada Ig	4.7	Abast.	8	78	1.300	AJ
Total			60,8		80			

Tabela 2-7 - Pontos de Água em Exploração em São Salvador do Mundo [3].

O resumo do sistema atual de fornecimento de água é o seguinte:

1. O abastecimento de água ainda é dependente de Santa Catarina. Atualmente, são fornecidos 730m³/semana de Santa Catarina em uma via muito irregular.
2. A ligação em rede perfaz 276 residências (15 a 16%).
3. A deficiência de água é suprida por abastecimento de camião-pipa de São Domingo e Santa Cruz.
4. O município possui 3 (três) camiões-pipas com capacidades de 17, 11 e 10 m³.

5. O município tem planos de renovar a rede de distribuição através de financiamento do Ministério da Infraestrutura de Cabo Verde. Após a conclusão da renovação da rede e instalação de bombas em 5 poços atualmente não equipados, supõe-se que este município vá controlar seu próprio sistema de distribuição de água, [3].

- **Abastecimento da Água no Município da Ribeira Grande de Santiago**

Neste município o abastecimento de água para o consumo humana e para a agricultura é feita através de águas subterrâneas dos furos, nascentes e poços. Apresentam-se na Tabela 2-8, estão as características dos pontos de água em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m ³ /h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Conducti. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-153	São João B	13.8	Rega	8	61	1.109	BD
Furo	FBE-827	São João B	9	Rega e In	8	102	822	BF
Nascente	FBE-01	Convento	432	Abast	24		451	BF
Nascente	FBE-09	Água Vero	432	Abast	24		381	BF
Furo	FBE-853	Belém	2.7	Abast	8	122	889	BD
Furo	FBE-852	Tronco	11.2	Abast	8	142	490	BD
Total			900.7		80			

Tabela 2-8 – Pontos de Água em Exploração, em Ribeira Grande de Santiago, [3].

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. A água da fonte é estável e abundante. Uma parte da água é fornecida também à cidade vizinha, Praia.
2. Existem 4 poços e suas águas são usadas tanto para a agricultura como para beber.
3. Existem 10 reservatórios (Capacidade: 8 a 55 m³).
4. A instalação de um novo reservatório de concreto de capacidade de 1.000 m³ será logo autorizada em Achada Forte.
5. A cloração é feita em reservatórios.
6. O consumo de água é de 20 litros/dia/pessoa.
7. Existem ligações em 782 residências estão em serviço, [3].

- **Abastecimento da Água no Município de São Lourenço dos Órgãos**

Neste município à semelhança da maioria das cidades rurais o abastecimento de água potável e para a agricultura é feita através de águas subterrâneas (poços e furos) e captação da água superficial nas barragens. Na Tabela 2-9, estão as características dos pontos de água em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m³/h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Condu. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-145	R. Galinha	8	Abast.	8	76	1.260	AI
Furo	FBE-21	Pico Antónia	5	Abast.	6	50	1.040	AI
Furo	FBE-23	São Jorge	5	Abast.	8	50	859	AI
Furo	FBE-371	Órgãos peq	5	Abast.	8	53	716	AI
Furo	FBE-877	Buguende	9	Abast.	10	140	1.370	AI
Furo	FBE-871	Ponte Fer	23	Abast.	8	104	1.422	AI
Furo	FBE-858	Achada co	5	Abast.	8	123	1.914	AI
Furo	FBE-912	Canária	11.2	Misto	8	120	1.536	AI
Total			71.2		129			

Tabela 2-9 - Pontos de Água em Exploração em São Lourenço dos Órgãos, [3].

O resumo do sistema atual de abastecimento de água é o seguinte:

1. Existem 8 poços de água em funcionamento. A produção de cada poço é de 2 a 10 m³/h.
2. A água dos poços é usada tanto como água potável como para a agricultura.
3. Estação das chuvas: 60% para a agricultura e 40% como água potável.
4. Estação das secas: 40% para a agricultura e 60% como água potável.
5. A água da cachoeira é usada também para beber após o tratamento por cloração ou alvejamento.
6. Número de reservatórios: 14 reservatórios (15 a 200m³) para uso como água potável, e 12 a 17 reservatórios para uso agrícola.
7. O número de hidrômetros é de aproximadamente 1.200. Não são poucas as famílias que estão ligadas sem hidrômetro. As ligações são de 42 a 45%, [3].

- **Abastecimento da Água no Município de Santa Catarina**

Neste município á semelhança dos outros rurais o abastecimento de água potável e para a agricultura é feito através de águas subterrâneas (poços e furos), sobre a gestão da empresa intermunicipal Ads. Na Tabela 2-10, estão as características dos pontos de água em exploração.

Ponto de água	Código	Local	Caudal Actual (m³/h)	Utiliza.	Horas Bombagem Recome	Prof. (m)	Condu. (Us/cm)	Bacia Hidrog.
Furo	FBE-69	Ach. Tossa	3	Abast	4.5	73	630	AX
Furo	FBE-73 bis	Achada Fo	8.5	Abast	100	252	432	AX
Furo	FBE-89	P. Engenh	10	Abast	8	75	1.142	AY
Furo	FBE-94	Lib. Engen	4.5	Abast	8	116	835	BB
Furo	FBE-95	João Bern	4	Abast e R	8	116	470	BB
Furo	FBE-99	Ach. Ponta	3	Abast	6	189	420	AWAY
Furo	FBE-100	Ach. Galego	9	Abast	10	177	509	AYAL
Furo	FBE-117	Bolanha	133	Abast	16	117	551	AK
Furo	FBE-180	Carris Mo	21.1	Abast	12	186	776	AY
Furo	FBE-170	Charco	12.4	Abast	8		1.579	AX
Furo	FBE-01	Mato na	7	Abast		147	1.400	AY
Furo	FBE-02	A. Carapa	12.8	Abast	8	98	480	AY
Furo	FBE-03	Mancholi	4.5	Abast	16	100	703	AX
Furo	FBE-186	Torre	10.56	Abast	12		649	AY
Furo	FBE-116	Achada Ga	3	Abast	8		590	AY
Furo	FBE-861	Bombarde	6	Abast			1.246	AY
Furo	FBE-820	Ribeira Saltos	6.5	Abast	8		1.693	AL
Furo	FBE-939	Achada G	7	Abast	8		470	AZ
Furo	FBE-940	Achada G	5.5	Abast	8		456	AZ
Furo	FBE-953	Fundura		Abast	8		460	AW
Furo	54+58+59	Rª Água Grande		Abast	24	-	357	AY
Furo	FBE-92	Torre		Abast	8	108		AY
Furo	FBE-208	Mato Baixo		Abast	8	180		AX
Furo	FBE-127	Fubdura		Abast	8	57		AM
Total			277.3		214.5			

Tabela 2-10 - Pontos de Água em Exploração em Santa Catarina, [3].

A atual capacidade de abastecimento de água é restrita em 1.000 m³/dia (cerca de 16 litros/pessoa/dia), e está muito distante da demanda atual que é de 3.000 m³/dia (população de 60.000 habitantes x 50litros/dia). Mesmo que não se inclua a demanda do sector turístico e do sector industrial, e levando em conta a água utilizada na vida quotidiana num nível mínimo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2029, serão necessários 3.775 m³/dia.

3. Estado da Arte, Conceitos Gerais

3.1.Sistema de Telegestão

A telegestão é o conjunto de produtos e de sistemas, que colocam no terreno as tecnologias ao nível informático e de teletransmissão, com o objetivo de permitir um controlo à distância de instalações técnicas geograficamente repartidas ou isoladas.

Os sistemas de telegestão revelam-se de crucial importância na estrutura de gestão das empresas fato pelo qual deixaram de ser vistos como meras ferramentas operacionais, ou de engenharia e passaram a ser vistos como uma importante fonte de informação e de apoio à decisão e gestão corrente.

A telegestão coloca à disposição dos exploradores e gestores das instalações, um conjunto de ferramentas permitindo:

- Controlar em permanência o funcionamento de uma instalação;
- Alertar automaticamente em caso de avaria ou incidente;
- Acionar à distância os equipamentos de campo;
- Otimizar o funcionamento das instalações.

A telegestão constitui nos nossos dias uma solução simples e de elevado desempenho, com vista a redução de custos de exploração e de gestão das instalações técnicas. Deste modo, permite oferecer melhores condições de trabalho às pessoas que dedicam os seus dia-a-dia á manutenção de instalações, contribuindo para a melhoria dos serviços prestados, [5].

As principais vantagens trazidas pela telegestão são:

- Maior fiabilidade, em consequência do seguimento permanente, da utilização dos equipamentos;
- Maior segurança, em função do controlo contínuo do bom funcionamento da instalação e alarmes automáticos em caso de avarias ou incidentes;
- Redução dos tempos de interrupção do serviço, graças à possibilidade de realização de diagnóstico e intervenção à distância sobre os equipamentos;
- Otimização do rendimento do conjunto da instalação, com ajuda da gestão na exploração, [5].

3.1.1. Organização do Sistema de Telegestão

A organização do sistema de telegestão deve atender a vários fatores, dos quais se salientam a modularidade, fiabilidade, simplicidade, operacionalidade e facilidade de manutenção. Em termos industriais, existem diversas formas de organização de sistemas deste tipo, nomeadamente com estrutura centralizada (em estrela ou árvore), estrutura malhada, estrutura em anel e estrutura em barra (bus), que se diferenciam pela forma como é implementado o mecanismo de controlo do sistema global.

Um sistema de telegestão, pode ser analisado como uma organização em árvore, que numa perspetiva global, deve estar dividido em três níveis hierárquicos, Figura 3-1 nomeadamente:

- unidade de supervisão (US);
- unidade de zona (UZ);
- unidade local (UL).

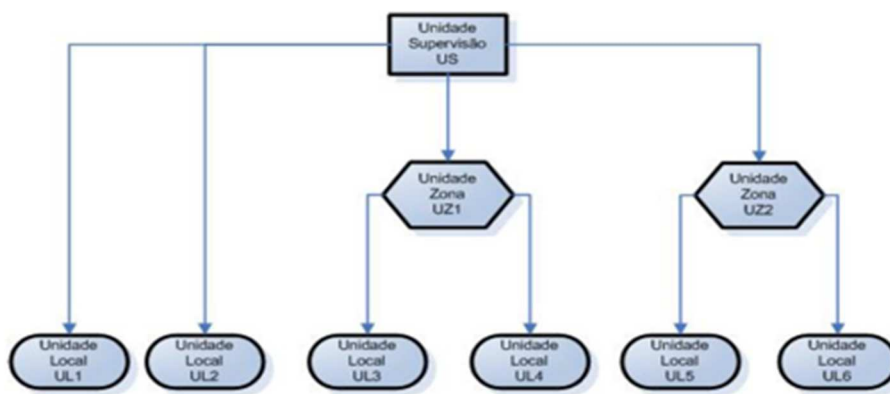


Figura 3-1 – Organização em Árvore do Sistema de Telegestão [6]

- **As unidades locais (UL)** - são constituídas por unidades lógicas programáveis que, embora com capacidade de processamento reduzida, permitem executar as funções de aquisição, monitorização, armazenamento de informação, gestão de alarmes e controlo dos equipamentos locais. Para além disso, estas unidades comunicam com a unidade de zona, caso exista na arquitetura do sistema de telegestão, da zona em que se inserem ou a US. O seu hardware deve apresentar uma estrutura modular, com as cartas apropriadas ao controlo e monitorização da instalação.

De uma forma regular e com um tempo de ciclo curto, todas as entradas digitais e analógicas configuradas são lidas pela unidade central de processamento e sujeitas a uma filtragem de modo a eliminar possíveis ruídos existentes.

- **As unidades de zona (UZ)** - são unidades que apresentam uma capacidade de processamento maior do que as unidades locais. A unidade de zona, nos casos em que se justifique a sua existência, tem as funções de unidade de supervisão relativamente às unidades locais sob o seu comando e de unidade secundária relativamente à unidade de supervisão global do sistema. Isto é, esta unidade deve, por um lado, coordenar as unidades locais da sua zona e, por outro, dar e receber informações de acordo com as solicitações da unidade de supervisão.

- **As unidades de supervisão (US)** - são unidades que realizam a gestão técnica, económica e estatística de todo o sistema, no seu conjunto, com base nas informações recebidas das diferentes unidades de zona ou diretamente das unidades locais. A US tem um papel preponderante na gestão do sistema, já que todos os dados relevantes vindos das unidades de zona e das unidades locais são aqui recebidos e reunidos, de forma a serem apresentados na forma de tabelas e sinópticos. As características do equipamento informático que realizará as funções de unidade de supervisão, nomeadamente o número de servidores e de clientes, depende de muitos fatores, nomeadamente das tarefas a realizar e da importância e dimensão do sistema a gerir. Este equipamento pode incluir, em sistemas de telegestão mais complexos, um servidor SCADA primário, um servidor SCADA secundário (backup), um servidor de histórico e de tendências, um sistema de impressão e uma rede redundante.

3.1.2. Equipamentos do Sistema de Telegestão

Os equipamentos de um sistema de telegestão, devem responder particularmente os seguintes critérios:

- Uma grande fiabilidade, com o objetivo de beneficiar de uma grande máxima da telegestão, mesmo em sítios muito expostos. Desta forma é exigido que os equipamentos utilizados respondam aos critérios das diretivas:

1. 89/336/EEC – Compatibilidade eletromagnética.
2. 73/23/EEC alteração 93/68/EEC – Baixa Voltagem.
3. 1999/5/CE – Equipamentos terminais de rádio e telecomunicações, [7].

- Um acompanhamento permanente dos produtos propostos é outra propriedade obrigatória. As matérias deverão ser totalmente modulares, com o objetivo de reduzir os custos no decurso de futuras expansões.

Dentro deste objetivo deverá ser proposta uma solução à base de caixas tipo *rack*, com cartas de fácil inserção/remoção, que garantam uma grande flexibilidade em futuras expansões

e uma grande facilidade de manutenção evitando, por exemplo o envio de um equipamento completo em caso de falha numa das cartas.

- Custos de exploração reduzidos, para garantir um retorno rápido do investimento realizado. É imperativo dispor de suportes de comunicação rápidos e fiáveis que tragam uma fiabilidade de exploração acrescida nas comunicações à distância, bem como economias importantes no que concerne a custos de comunicação.

- Uma grande simplicidade de utilização, a fim de minimizar os tempos de comissionamento e de garantir um real controlo dos produtos para todos os utilizadores interessados, assim como uma autonomia apreciável, para a exploração e também para a próprio dono da rede.

Genericamente, nas instalações a integrar no sistema de telegestão a abordagem deverá atender as componentes agrupadas nas seguintes categorias:

1. Equipamentos elétricos.
2. Equipamentos eletromecânicos.
3. Instrumentação;
4. Autómatos.
5. Equipamentos ativos e passivos do sistema de comunicações.
6. Alarmes, [7].

- **Equipamentos Elétricos** - são considerados todos os tipos de quadros elétricos que devem ser monitorizados pelo **Sistema de Telegestão**, designadamente: potência; comando; instrumentação e telegestão.

Os quadros elétricos a instalar em cada local deverão ter uma estrutura integrada dos quadros de potência, de comando, de instrumentação e de telegestão.

Estes quadros deverão estar providos dos equipamentos, medidores e sinalizadores necessários ao seu funcionamento e sinalização ao sistema de telegestão. As sinalizações poderão ser ativadas ou desativadas consoante o operador está presente ou ausente. Deverá ser prevista a possibilidade de teste de lâmpadas.

- **Equipamentos Eletromecânicos** - estão englobados neste grupo de componentes do **Sistema de Telegestão** principalmente as válvulas motorizadas e os grupos eletrobomba. A inclusão no **Sistema de Telegestão** da possibilidade de arranque e paragem dos grupos electro bomba, automaticamente ou por telecomando, é absolutamente fundamental, por forma a atingirem-se progressivamente os objetivos pretendidos com a telegestão.

- **Instrumentação** - além da monitorização do estado operacional dos diferentes órgãos dos sistemas, é necessário medir os vários parâmetros que o caracterizam (caudais, pressões e níveis, bem como, em certos casos, parâmetros de qualidade).

Por forma a atingir este fim, devem ser estabelecidos princípios orientadores gerais a que deve obedecer a medição dos parâmetros dos sistemas. Os princípios gerais devem refletir, não só a necessidade de conhecer perfeitamente o estado do sistema, mas também atender à necessidade de haver uma certa redundância na informação recolhida, por forma a aumentar a fiabilidade e segurança do sistema de telegestão.

- **Autómatos Programáveis** - num Sistema de Telegestão hierarquizado, as funções de automatismo podem ser implementadas nos diversos níveis hierárquicos. Ao nível da unidade de supervisão, são realizados automatismos inerentes a uma gestão técnica e económica do sistema global. Os automatismos a implementar a nível das unidades de zona prendem-se, essencialmente, com a gestão técnica das unidades locais adstritas à zona e gestão de alarmes. Na unidade de supervisão do sistema são implementados automatismos de coordenação técnica e gestão de alarmes e económica de todo o **Sistema de Telegestão**.

A definição dos automatismos de zona e de supervisão, normalmente, só pode ser totalmente realizada após a entrada em funcionamento do **Sistema de Telegestão**. Isto é, é necessário existir alguma experiência na condução do **Sistema de Telegestão** e realizar análises sistemáticas dos registos históricos, para se definirem procedimentos automáticos de gestão técnica e económica do sistema.

- **Alarmes** - por forma a ser garantida uma adequada gestão técnica e uma segurança do sistema, sempre que se verificarem situações anómalas devem ser desencadeados alarmes. Consoante o tipo de alarmes, assim estes são desencadeados a nível local, de zona e de supervisão, e terão a se associados um nível. Todos os alarmes, independentemente do nível hierárquico onde são desencadeados, serão transmitidos à unidade de supervisão, via a cadeia hierárquica local, zona e supervisão.

- **Equipamentos ativos e passivos do sistema de comunicações** - como foi referido, o **Sistema de Telegestão** deve ser visto como um dos potenciais clientes de uma Rede de Comunicações Multisserviços. Neste sentido, a especificação dos equipamentos ativos e passivos da rede de comunicações deve ser realizada numa perspetiva mais ampla, que não se confine apenas ao **Sistema de Telegestão**, salvaguardando as necessidades de curto e médio prazos.

3.1.3. Sistema de Comunicação

No que se refere aos sistemas de comunicação, uma vez que este potencia outras utilizações para além do mero suporte ao fluxo de dados da telegestão, é importante que se promova a implementação de um Sistema de Comunicações estruturado e estruturante, baseado no conceito de Sistema de Comunicações Multisserviços, [6].

No conceito de Sistema de Comunicações Multisserviços são equacionadas todas as necessidades de comunicações, que não só as do **Sistema de Telegestão**, integrando outros potenciais serviços cliente da rede, designadamente as redes informáticas, os sistemas de manutenção, os sistemas de informação geográfica, os sistemas de televigilância e a transmissão de voz.

A implementação de um sistema de comunicações, com base no conceito descrito, pressupõe a elaboração de um estudo de conceção de uma rede de comunicações privada, estruturada, homogénea, intrínseca às necessidades operacionais de cada instituição ou empresa gestora, e orientada para diferentes tipos de potenciais serviços cliente, com a consequente diminuição dos custos de exploração, comparativamente a um cenário em que estes diferentes serviços sejam assegurados através de operadores de telecomunicações.

Sendo um sistema de comunicações indispensável à implementação de um **Sistema de Telegestão**, apresentam-se, em seguida, algumas considerações sobre este tema:

- Num sistema de telegestão, as comunicações contemplam o transporte de dados de um ponto para outro remotamente afastado ou mesmo localizado na proximidade.
- Em primeiro lugar, deve existir um canal de transmissão, através do qual a informação é enviada. Em segundo lugar, no ponto de envio deve existir equipamento e software que converta os dados, de acordo com um protocolo de comunicações, de forma a permitir o seu envio através do canal de transmissão. Em terceiro lugar, no ponto de receção deve existir, igualmente, equipamento e software que descodifica os dados transmitidos e interpreta o seu significado.
- Nestas condições, o sistema de comunicações não contempla apenas as ligações físicas entre as unidades, mas também os emissores e recetores de informação, a arquitetura e o tipo do canal de transmissão, o protocolo de comunicações e o software, elementos que em conjunto tornam possível as comunicações entre as diferentes unidades do sistema de telegestão.

A seleção do tipo de canal de transmissão a utilizar num dado sistema de telegestão deve ser determinada pelos seguintes fatores: velocidade de transmissão desejada, custo de instalação e custo de exploração, atendendo a que existem vários tipos de suporte normalmente utilizados para a transmissão de informações à distância.

3.2. Telegestão nos Sistemas de Abastecimento de Água

Os Sistemas de Telegestão constituem, atualmente, instrumentos essenciais para uma gestão eficaz dos sistemas de abastecimento de água Figura 3-2. Com esta tecnologia é possível realizar monitorização remotamente as principais instalações hidráulicas que os constituem, permitindo melhorar a qualidade do serviço prestado e uma maior eficiência na sua gestão técnico-operacional, económica e estatística de tais sistemas, **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**



Figura 3-2 Definição do Sistema de Telegestão para Rede de Água [8]

A **gestão técnico-operacional** deverá preocupar-se, essencialmente, com o tratamento instantâneo (em tempo real) dos parâmetros da exploração, garantindo, ao sistema de abastecimento de água uma alimentação permanente, uma estabilidade da qualidade da água, mesmo em condições adversas, e uma segurança acima de tudo.

A **gestão económica** permitirá assegurar um serviço nas melhores condições de rentabilidade, a otimização dos recursos humanos, materiais e dos gastos de energia elétrica e, ainda, a racionalização de investimentos.

Finalmente, a **gestão estatística**, realizada através da análise dos parâmetros ao longo de certo tempo, permite, não só melhorar as condições técnicas e económicas de exploração, como também dar indicações sobre:

- Tempo de utilização dos equipamentos, seu estado de funcionamento e fiabilidade.
- Necessidades de remodelação e ampliação dos sistemas em determinadas zonas.
- Outras informações que permitam um adequado planeamento e tomada de decisões sobre futuros investimentos.

A gestão automatizada dos sistemas de abastecimento de água só é possível caso se possa dispor de informação sobre estes, em tempo real, que permita tomar decisões sobre as atuações a realizar, de modo a garantir os objetivos atrás mencionados.

Assim, pode concluir-se que um sistema de gestão automatizada, ou de uma forma mais correta de telegestão, dos sistemas de abastecimento de água deve envolver:

- Uma ação de telemetria que permita conhecer o seu estado operacional.
- Uma ação de tele controlo que permita atuar sobre o seu estado operacional, por forma a serem garantidos os princípios inerentes a uma adequada exploração dos sistemas.
- Uma ação de gestão que, atendendo às circunstâncias de exploração, operacionalidade dos diversos órgãos, estatísticas do comportamento anterior e fatores económicos, tome uma decisão sobre a forma mais rentável da sua exploração, garantindo a qualidade do serviço prestado,[6].

3.2.1. Sistemas de Telegestão em Portugal na Rede de Abastecimento de Água

No mercado nacional Português existem várias empresas que atuam na implementação de soluções de telegestão no domínio da água e água residuais, orientadas para eficiência operacional, qualidade de serviço, otimização de gastos operacionais e apoio à decisão de investimento.

3.2.1.1.Exemplos de Alguns Sistemas de Telegestão

- **Sistema de Telegestão da SimRia**

A **SimRia** – Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, S.A. é a empresa responsável pela construção, gestão e exploração do Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria de Aveiro.

Esta empresa é responsável pelo sistema de tratamento e rejeição dos efluentes domésticos e industriais dos municípios pertencentes ao Sistema Multimunicipal de Saneamento da Ria, para garantir todo o funcionamento deste sistema, a SimRia implementou um sistema de Telegestão em toda a extensão da rede com um valor global de 1.586.157,00€.

O sistema é constituído por uma rede de comunicações entre autómatos que gerem a quase totalidade das estações elevatórias, pontos de entrada, ETAR's e órgãos de proteção e regulação do sistema municipal e uma central de despacho, cujo principal objetivo é a realização de ações remotas de sinalização, comando e aquisição de dados, além de uma componente de televigilância. As comunicações entre todos os pontos são garantidas através de uma extensa rede de fibra ótica, um link de feixes hertzianos, a 100 Mbps, na banda de 13 GHz, entre a ETAR NORTE e a EEIG5, permitindo a ligação das instalações do Emissário da Torreira com o Centro de Despacho da Telegestão, em Cacia.

Neste sistema foi efetuado o desenvolvimento, montagem e colocação em serviço de uma solução inovadora de comunicações UMTS/GPRS, que constituem o suporte de comunicações redundantes do Sistema de Telegestão. O software de supervisão utilizado é o Citect SCADA e a empresa responsável pela execução do projeto é a Tecnilab, S.A, [6].

- **Sistema de Telegestão Águas do Cavado**

A empresa Águas do Cávado, S.A. tem por objeto a exploração e gestão do Sistema Multimunicipal de captação, tratamento e adução de água aos Municípios de Barcelos, Esposende, Maia (Norte), Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Vila do Conde e Vila Nova de Famalicão, com uma cobertura global e atual de 600 mil habitantes.

Este sistema é constituído pela ETA de Vilar de água tratada e uma rede de distribuição com 55 reservatórios, 19 estações elevatórias e mais de 250 km de conduta. Tem também 4 estações de rechloragem, colocadas em pontos estratégicos da rede, de modo a garantir a estabilidade microbiológica da água tratada ao longo do sistema adutor. Este projeto envolve

nomeadamente Telecomunicações (Comunicações Óticas e GSM), Bases de Dados, e uma rede de videovigilância, [6].

- **Sistema de Telegestão das Águas do Zêzere e Côa, S.A.**

A Águas do Zêzere e Côa, S.A. é responsável pela conceção e gestão do Sistema Multimunicipal do Alto Zêzere e Côa, que abrange dez concelhos do interior centro. O sistema estende-se numa área de 4.500 km². Na conceção do sistema de Telegestão tiveram em conta os seguintes:

- Morfologia e dispersão do sistema;
- Seleção de parâmetros a controlar;
- Centros de informação partilhada;
- Redução de tempos de resposta.

A instalação do sistema de telegestão do abastecimento de seis concelhos da Beira Interior Norte das Águas do Zêzere e Côa foi adjudicado ao consórcio constituído pela Ace, Macraut e Telcabo. As empresas foram responsáveis pelo fornecimento, montagem e colocação em serviço dos centros de controlo operacional do Caldeirão e Vascoveiro e dos sub-centros de controlo móvel das zonas norte e centro do sistema multimunicipal de abastecimento de água do Alto Zêzere e Côa. A adjudicação foi efetuada pelo valor de 1,9 milhões de euros. O contrato prevê ainda a instalação das estações e terminais remotos, bem como de alimentações de emergência, deteção de intrusão do sistema de telegestão, [6].

- **Sistema de Telegestão das Águas do Algarve**

Este sistema de telegestão foi construído recorrendo a uma grande diversidade de técnicas de construção, foram construídas em cerca de três anos as infraestruturas do sistema de tratamento e adução de água, com cerca de 278 km de extensão, 4 estações de tratamento e 18 estações elevatórias incluindo o correspondente sistema de Telegestão. Os centros operacionais, de todo o sistema, estão localizados nas Estações de Tratamento de Água de Tavira e Alcantarilha, quer no que se refere aos Serviços de Exploração, quer no que respeita ao laboratório de análise. Durante a implementação do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Barlavento e do Sotavento Algarvio, que deram origem ao Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Algarve e em todas as empreitadas posteriores de abastecimento de água, foi instalada uma rede de fibra ótica que acompanha toda a rede de distribuição de água em alta, com cerca de 500 quilómetros de comprimento. Esta tem por objetivo a sua

utilização em sistemas de telegestão para efeitos de controlo e operação do sistema, bem como na rede informática da empresa.

O Sistema de Telegestão instalado, é baseado na arquitetura tipo “Profibus”, dispõe de equipamentos e instalações ao longo dos adutores, bem como nos centros de comando, interligados entre si por uma rede de fibra ótica, com a extensão da rede adutora. O objetivo deste sistema é permitir a operação da adução em tempo real, de forma eficaz e otimizada, sem necessidade de afetar recursos humanos de forma permanente nos locais das várias instalações. As instalações foram preparadas para funcionar de forma automática, recebendo ordens do centro de comando e transmitindo para estas informações relativas ao seu funcionamento, permitindo a sua gestão em condições ideais e a geração de alarmes em caso de anomalias.

As informações recebidas no centro de comando são arquivadas e tratadas em formato digital, permitindo a emissão automática de relatórios de exploração, elaboração de gráficos, estatísticas, etc. Nas consolas de comando é possível ainda aceder a diagramas sinópticos de cada uma das instalações onde são indicados valores recebidos, permitindo ao pessoal de operação a avaliação do respetivo estado. As comunicações estão em funcionamento permanente, sendo ciclicamente atualizadas as variáveis de controlo. Como medida de segurança, foi montado um sistema de comunicações de emergência, que é atuado em caso de avaria ou alarme em cada um dos pontos, ou por falha no cabo de comunicações. Este sistema utiliza a rede telefónica pública, através de uma linha comutada para cada uma das instalações, [6].

- **Sistema de Telegestão da ETA das Fontainhas**

O sistema de telegestão da ETA das Fontainhas é composto por cinco autómatos Schneider (modelo Premium) e três computadores para postos de operação. Cada autómato tem a seu cargo a gestão de uma parte do processo, estando as tarefas divididas em pré-tratamento, mistura de reagentes, decantação e filtragem e elevação. Os autómatos comunicam em rede FIPWAY e gerem no total cerca de 1750 variáveis automaticamente.

Além dos autómatos referidos, foram também utilizados os seguintes componentes na implementação do sistema de supervisão:

- 3 licenças PcVue Single Station de 2000 variáveis;
- 1 licença DataVue;
- Rede de comunicação – FIPWAY;
- Software de supervisão (SCADA) PcVue, [6].

Na Figura 3-3 pode-se observar alguns dos sinópticos reproduzidos pelo sistema implementado.

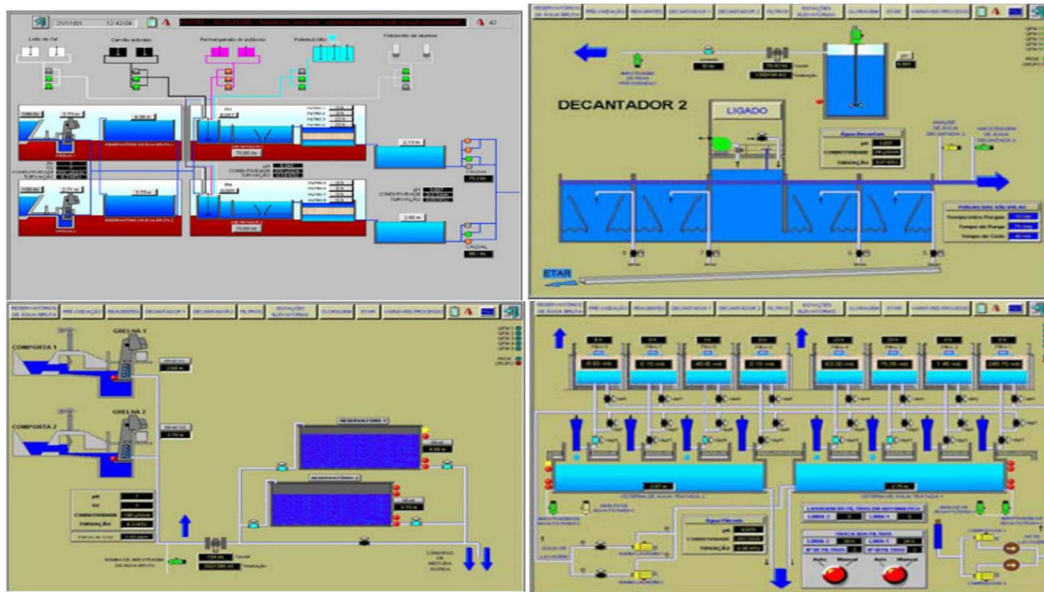


Figura 3-3 - Exemplos dos sinópticos do sistema de supervisão da ETA das Fontainhas. [6]

- **Sistema de Telegestão dos Serviços Municipalizados de Aveiro**

No Sistema de Abastecimento de Água do concelho de Aveiro existem 17 pontos de origem de água e uma capacidade de armazenamento de 16.950m³, distribuídos por 6 reservatórios e uma extensão de rede de água de 582 Km, [6].

Na Figura 3-4 é apresentada a arquitetura funcional do projeto de telegestão de água.

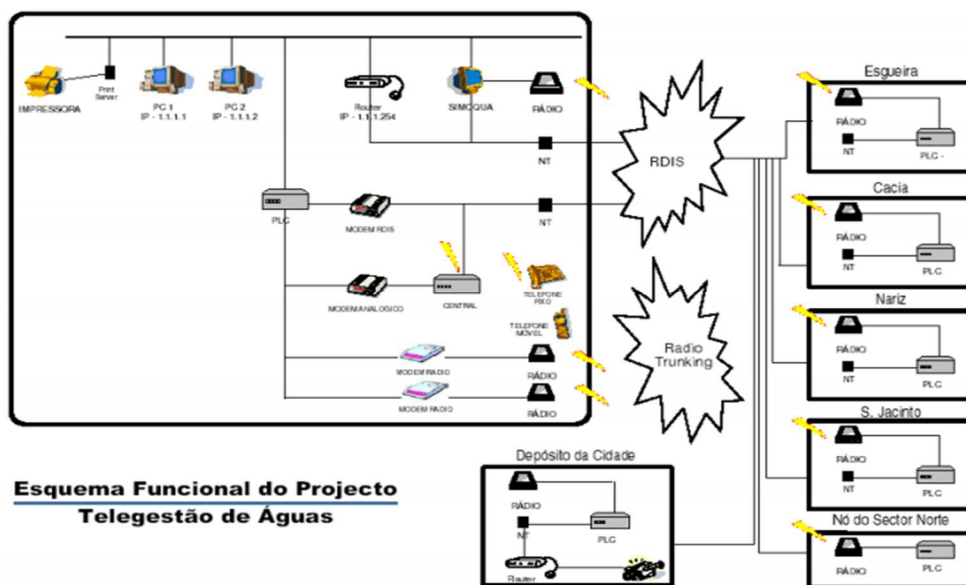


Figura 3-4 - Arquitetura do Sistema de Telegestão da Rede de Distribuição de Água. [6]

O Rádio Tranking Figura 3-4 e as Linhas RDIS comutadas são a base de comunicações utilizadas na Telegestão da rede água.

O SMS é a base de comunicação utilizada na Telegestão da rede saneamento. A Figura 3-5 representa um exemplo dos sinópticos do sistema implementado. O sistema de telegestão foi desenvolvido utilizando o software SCADA - RSVView e como controladores das estações locais foram utilizados autómatos da Allen Bradley.

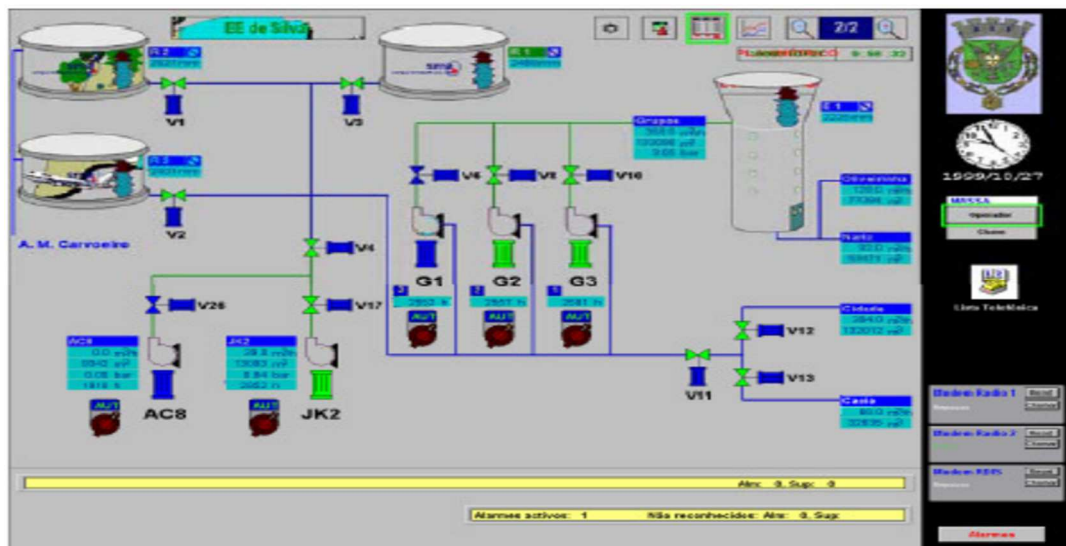


Figura 3-5 - Exemplo de um sinóptico do sistema de supervisão dos SMA Aveiro. [6]

- **Sistema de Telegestão dos Serviços Municipalizados de Oliveira do Bairro**

O Município de Oliveira do Bairro dispõe de uma rede completa de abastecimento de água e drenagem de águas residuais que implicou um investimento de mais de cinco milhões de euros. O controlo de todo este sistema é efetuado por um sistema de Telegestão. Este foi desenvolvido em duas fases, adjudicadas à empresa Tecnilab Portugal, S.A. O sistema de telegestão foi desenvolvido utilizando o software Citect SCADA e linhas dedicadas, [6].

- **Sistema de Telegestão das Águas do Douro e Paiva, S.A.**

A empresa Águas do Douro e Paiva, SA é concessionária, do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água à Área Sul do Grande Porto, possuindo o sistema de Telegestão de Lever e o sistema de Vale do Sousa.

Na execução das redes de distribuição foi instalada uma rede de fibra ótica em toda a extensão da rede de 300 km. Esta rede foi utilizada como sistema de transmissão de dados pela telegestão e ao mesmo tempo utilizada como rede de comunicação de voz e imagem, [6].

- **Sistema de Telegestão das Águas do Vouga**

Denomina-se Sistema Regional do Carvoeiro ao conjunto de obras executadas que têm como objetivo o abastecimento em alta de 6 Concelhos do Baixo Vouga (Águeda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ílhavo e Murtosa), nomeadamente a captação, tratamento, adução até aos centros de distribuição e armazenamento principal. O sistema está dimensionado para servir cerca de 270 000 habitantes, com um consumo médio diário de 30 000 m³ de água.

O sistema é composto por: 15 reservatórios com volumes entre os 200 e 7500 m³, uma ETA, 3 Estações Elevatórias, captações constituídas por dois poços e três furos nas aluviões do rio Vouga, 17 Km de condutas elevatórias e 73 Km de condutas gravíticas.

O sistema de supervisão foi desenvolvido utilizando o software Citect SCADA e como controladores das estações locais foram utilizados autómatos da SAIA e a rede de comunicação é assegurada através de linhas dedicadas, [6].

- **Sistema de Telegestão no Concelho de Óbidos**

Povoada com aproximadamente 10 mil habitantes a Câmara de Óbidos, apoiada pela Tecnilab Portugal, S.A., implementou um sistema de Telegestão das infraestruturas de captação, tratamento, armazenamento e distribuição de águas, possibilitando desta forma um controle mais rápido e eficaz, quer na qualidade, quer na quantidade.

Toda a informação é centralizada na ETA sendo posteriormente enviada por uma linha dedicada para a Câmara Municipal. O sistema de telecomunicações foi baseado em rádios de banda livre, por forma, a que os custos envolvidos na exploração fossem nulos.

O sistema de telegestão é constituído por:

- Um centro de comando, composta por dois sistemas informáticos, ETA do Campo de Futebol;
- Um sistema periférico de recolha e tratamento de dados composto por um sistema informático, Béltico;
- Comunicação com a Câmara Municipal de Óbidos, com três acessos informatizados e independentes;
- Citect SCADA;
- 1 Sistema Operativo Windows NT, Server e NT Workstation; sistema de transmissão de alarmes e medidas via GSM;
- 6 PLCs e 7 variadores de velocidade para controlo de velocidade dos grupos através de funções PID; [6].

- **Sistema de Telegestão da EPAL**

O sistema de abastecimento da EPAL é gerido por cinco centros de comando:

- Estação de Tratamento de Água da Asseiceira, Médio Tejo e Estação de Tratamento de Água de Vale da Pedra, controlam as operações das estações de tratamento e de distribuição em alta aos municípios do Médio Tejo.
- Arco - controla as operações de produção, transporte e distribuição em alta aos municípios.
- Olivais - controla as operações de distribuição à cidade de Lisboa.

O sistema de telegestão, com elevado grau de automatização, centraliza a operação de cerca de 147 instalações da área de Produção e Transporte e 24 instalações da área de distribuição de água à cidade de Lisboa, Figura 3-6.



Figura 3-6 - Centro de comando e layout da supervisão [6]

Na Tabela 3-1 é apresentado um quadro comparativo do software de supervisão e das unidades de controlo e comunicação dos diversos sistemas de telegestão das redes de água e de saneamento. É fácil verificar que, com a exceção de Albergaria na totalidade dos sistemas é utilizado um software de SCADA comercial. Em termos de comunicação a diversidade é maior, já que o tipo de comunicação está muito dependente do tráfego pretendido e da topográfica.

Empresa	Software	PLC's	Comunicação
SimRia	CitectSCADA	Allen Bradley, Unitronics	Fibra óptica, GPRS, Feixe Hertzianos
Águas do Cavado	CitectSCADA	Allen Bradley, Unitronics	Fibra óptica, GPRS
S. M. Loures	EFACEC	SAIA	Linhas dedicadas analógicas
Águas Algarve	CitectSCADA	SAIA	Linha comutada da Portugal Telecom, fibra óptica, GPRS
ETA Fontainhas	(SCADA) PCVUE	Schneider (Premium)	Fibra óptica
S. M. Aveiro	RSView	Allen Bradley	SMS, Rádio Tracking
S. M. Oliveira do Bairro	CitectSCADA	Unitronics, Allen Bradley	Linhas dedicadas analógicas
Águas Douro e Paiva, S.A.	CitectSCADA	Allen Bradley	Fibra óptica
Associação de Municípios Carvoeiro	CitectSCADA	SAIA	Linhas dedicadas analógicas
Câmara de Óbidos	CitectSCADA	PCC Marca B & R, Omron e Unitronics	Fibra óptica, linha dedicada, GSM e rádio frequência 400 MHz
EPAL	CitectSCADA, Geswater	SAIA	Fibra óptica, linha dedicada
SMAS Albergaria-a-Velha	Delphi	Mitsubishi	GPRS e RS485

Tabela 3-1 - Comparação entre os diversos sistemas de telegestão, [6]

3.3. Breve Resumo dos Sistemas de Telegestão no Arquipélago de Cabo Verde

No arquipélago de Cabo Verde existem alguns sistemas de tele controlo no setor das indústrias, nomeadamente no setor energético e no da água e saneamento, tanto a nível das empresas públicas e privadas. Devido a inexistência de documentos com informações sobre os sistemas de telegestão ativos e a impossibilidade de aquisição das informações juntos das entidades competentes, elabora-se um breve resumo sobre os sistemas de telegestão implementados nas ilhas do arquipélago de Cabo Verde. Dentre esses sistemas destacam-se os seguintes:

- **Telegestão da Empresa Intermunicipal de Água do Fogo e da Brava, AGUABRAVA, LDA** - trata-se do primeiro sistema de telegestão implementado em Cabo Verde, com a finalidade de monitorizar e controlar a rede de abastecimento de água potável nas ilhas de Fogo e Brava. O sistema baseia-se na recolha de dados de todas as instalações (estações de captação e bombagem de água, e reservatórios), centralizando-as no centro de controlo do sistema existente na sede da empresa na ilha do Fogo.

- **Sistema de Tele contagem de Energia da Empresa de Águas e Energias, ELECTRA, SA** - este sistema de tele contagem que foi implementada inicialmente para fazer a contagem de energia nos postos de transformações na Cidade da Praia, capital de Cabo Verde, posteriormente englobaram os grandes consumidores e agora vem-se expandindo para os blocos de apartamentos (consumidores domésticos).

O processo de tele contagem é feito com recursos aos contadores inteligentes da marca ITRON (SL7000 Smart e SL60009), Figura 3-7, conectados um modem que por sua vez transmite esses dados para uma plataforma online denominada Meter Reading System e Meter Management, de gestão dos dados e configuração dos contadores.



Figura 3-7- Contadores Itron SL 7000 Smart, e Itron SL6000 e o modem de comunicação, [12]

- **Sistema de Telegestão Ads em Assomada** – esse sistema foi implementado para monitorizar e controlar a rede de abastecimento de água na cidade de Assomada no Município de Santa Catarina, possuindo 32 zonas de medição.

- **Sistemas do controlo remoto das centrais de dessalinização nas Ilhas de São Vicente e Sal** – este sistema foi implementado para monitorização e controlo de duas centrais de dessalinização da água do mar pelo processo de osmose inversa, que consiste na automação, comando e inclui uso de software e hardware de automação, sustentados pela plataforma de controlo distribuído SIMATIC PCS7 da Siemens.

O SIMATIC PCS7 é um sistema de automação de processos destinado à flexibilização, escalabilidade, disponibilidade e segurança de infraestruturas industriais, ajudando as indústrias de processo na sua transformação digital através de hardware e software inovadores.

O projeto foi executado pela companhia Acciona Portugal, que por sua vez escolheu a Siemens para fornecer e instalar os sistemas de comando e controlo das centrais de dessalinização de água do mar nas ilhas do Sal e São Vicente, em Cabo Verde, [13].

4. Projeto de Telegestão Desenvolvido

4.1. Estrutura modelo do Sistema

As estruturas físicas do projeto JICA vão ser a referência base deste projeto, pois o mesmo abrange todos os municípios, constituído por dois sistemas independentes de abastecimento de água, designados como Sistema Sul, que abrange os municípios da Praia, São Domingos e Ribeira grande de Santiago e o Sistema Norte que engloba os municípios de São Miguel, Santa Catarina, São Salvador, Tarrafal, Santa Cruz e São Lourenço Dos Órgãos. Os sistemas serão constituídos por estações de tratamento de água, vários reservatórios de água, estações de bombagens e condutas adutoras distribuídas pelo norte e sul da ilha, como pode ser observado na Figura 4-1, onde se encontra a estrutura física do projeto distribuído pelo mapa da Ilha.

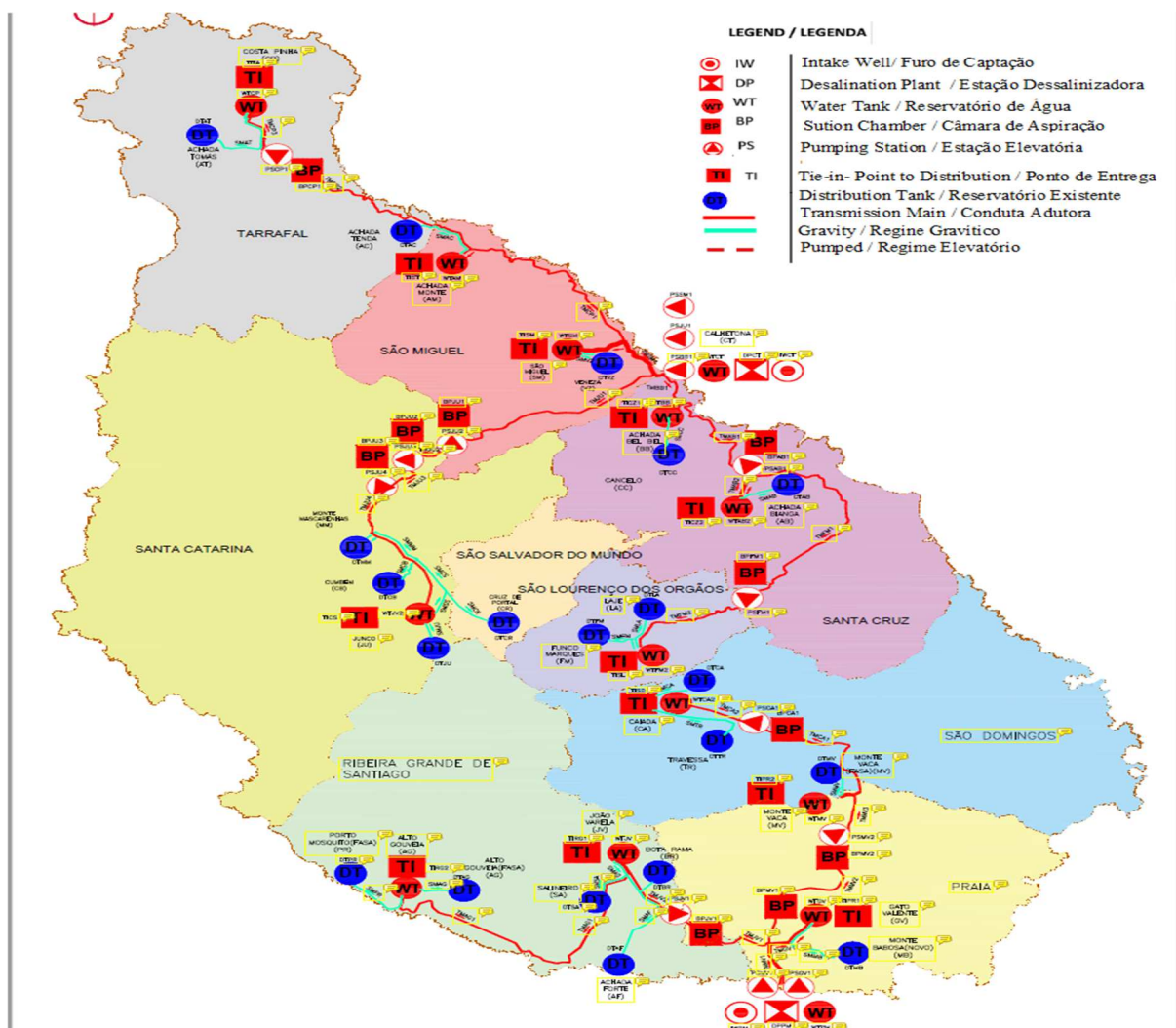


Figura 4-1 – Estrutura Física do Projeto JICA para Abastecimento da Água na Ilha de Santiago, [9]

No presente trabalho optou-se por apresentar um projeto de telegestão para o sistema de abastecimento de água do Sistema Norte, uma vez que este é o maior, embora ambos os sistemas (Norte e Sul) se baseiem no mesmo princípio de funcionamento, sendo compostos por estruturas e infraestruturas idênticas, Tabela 4-1. Assim o projeto visa a compilação de elementos fundamentais para a otimização das potencialidades que a telegestão oferece, abordando assim, dada a sua especificidade, um tema de extrema importância para as ilhas de Cabo Verde, devido ao défice hídrico que elas apresentam, e também para quem trabalha ou pretende trabalhar numa entidade gestora similar.

Tipo de Infraestruturas	Quantidade Sistema Sul	Quantidade Sistema Norte	Quantidade Total
Poços de Captação	6	6	12
Estação de Dessalinização	1	1	2
Reservatórios de Águas	6	8	14
Camarás de Aspiração	4	6	10
Estações de Bombagens	5	9	14
Condutas Adutoras	9	14	23
Pontos de Entrega	5	7	12
Reservatórios de distribuição Existentes	9	11	20
Condutas Adutoras (km)	52.8	82.4	135.2
Condutas de Interconexão (km)	17.1	23.0	40.7
Transmissão e Interconexão (km)	70.5	105.4	175.9

Tabela 4-1 – Resumo das Infraestruturas do Projeto, [9]

Com base no diagnóstico da situação atual e na definição do âmbito e objetivos do **Sistema de Telegestão**, vai-se proceder à elaboração de um projeto, o qual deverá integrar, entre outros, os aspetos relativos à arquitetura do sistema e à especificação dos equipamentos, atendendo, por um lado, aos diferentes cenários alternativos que se possa perspetivar e, por outro lado, à previsível mudança do projeto atual proposto (Projeto JICA).

Pretende-se assim, um sistema de controlo e monitorização de abastecimento de água com as seguintes funcionalidades:

- Exploração racional e automática da rede.
- Recolha e processamento de informação sobre o estado hidráulico da rede.
- Geração de alarmes perante situações críticas para os operadores humanos.
- Emissão de boletins periódicos para informação ao sistema de faturação.

- Partilha das bases de dados criadas pelo sistema de telegestão, com outros sistemas, nomeadamente com o sistema de controlo do reservatório/estação elevatória.
- Modular e ampliável, quer a nível das unidades locais e das comunicações, quer a nível do software instalado no centro de controlo.

4.2.O Sistema Norte

O sistema Norte é dividido em três subsistemas:

- **Subsistema Calhetona - Junco**, ramificando-se geralmente a oeste e depois ao sul, abastecendo os municípios de Santa Catarina e São Salvador do Mundo.
- **Subsistema Calhetona - Costa Pinha**, liderando geralmente ao norte, que inclui os ramais Calhetona - São Miguel e São Miguel - Costa Pinha, servindo os municípios de São Miguel e Tarrafal.
- **Subsistema Calhetona - Funco Marques** - uma filial ao sul, que inclui os ramais Calhetona - Achada Bel Bel, Achada Bel Bel - Achada Bianga e Achada Bianga - Funco Marques, servindo os municípios de Santa Cruz e São Lourenço dos Órgãos, [9].

No Sistema Norte, a água potável é produzida na unidade de dessalinização de Calhetona (DPCT). Os poços de captação de água subterrânea são colocados ao longo da costa, onde a água retirada é efetivamente água do mar. Encontra-se no local o reservatório de armazenamento de água tratada (WTCT) e três estações de bombagem (estação de bombagem Junco (PSJU1), estação de bombagem em São Miguel (PSSM1) e estação de bombagem em Achada Bel Bel (PSBB1), cada uma dedicada ao fornecimento de água para os três subsistemas de transmissão, [9].

Nas Figura 4-2 e Figura 4-3 apresentam-se as ramificações dos subsistemas do Sistema Norte sobre a ilha Santiago, com a indicação da localização das instalações, nomeadamente da estação de dessalinização, os reservatórios de água, as estações elevatórias e as condutas de adução.



Figura 4-2 – Sistema Norte, Subsistema Calheta Junco e Calheta Funco Marques [9]

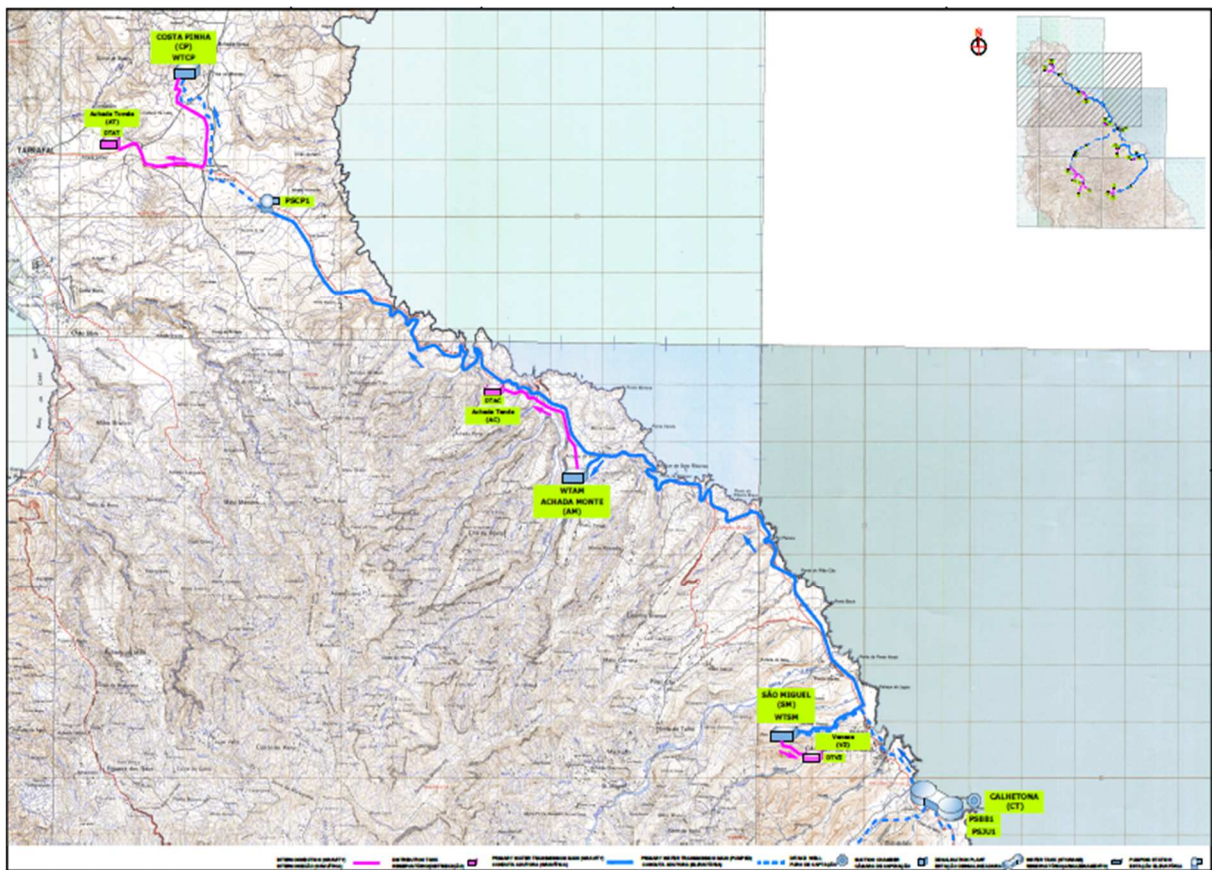


Figura 4-3 – Sistema Norte, Subsistema Calheta Costa Pinha [9]

Na Figura 4-4 apresenta-se a estrutura hidráulica dos três subsistemas do sistema norte, onde constam algumas características das instalações, como a capacidade dos reservatórios de água de cada zona, a quantidade das eletrobombas de cada estação bem como as suas potências e o comprimento e diâmetro nominal das condutas adutoras.

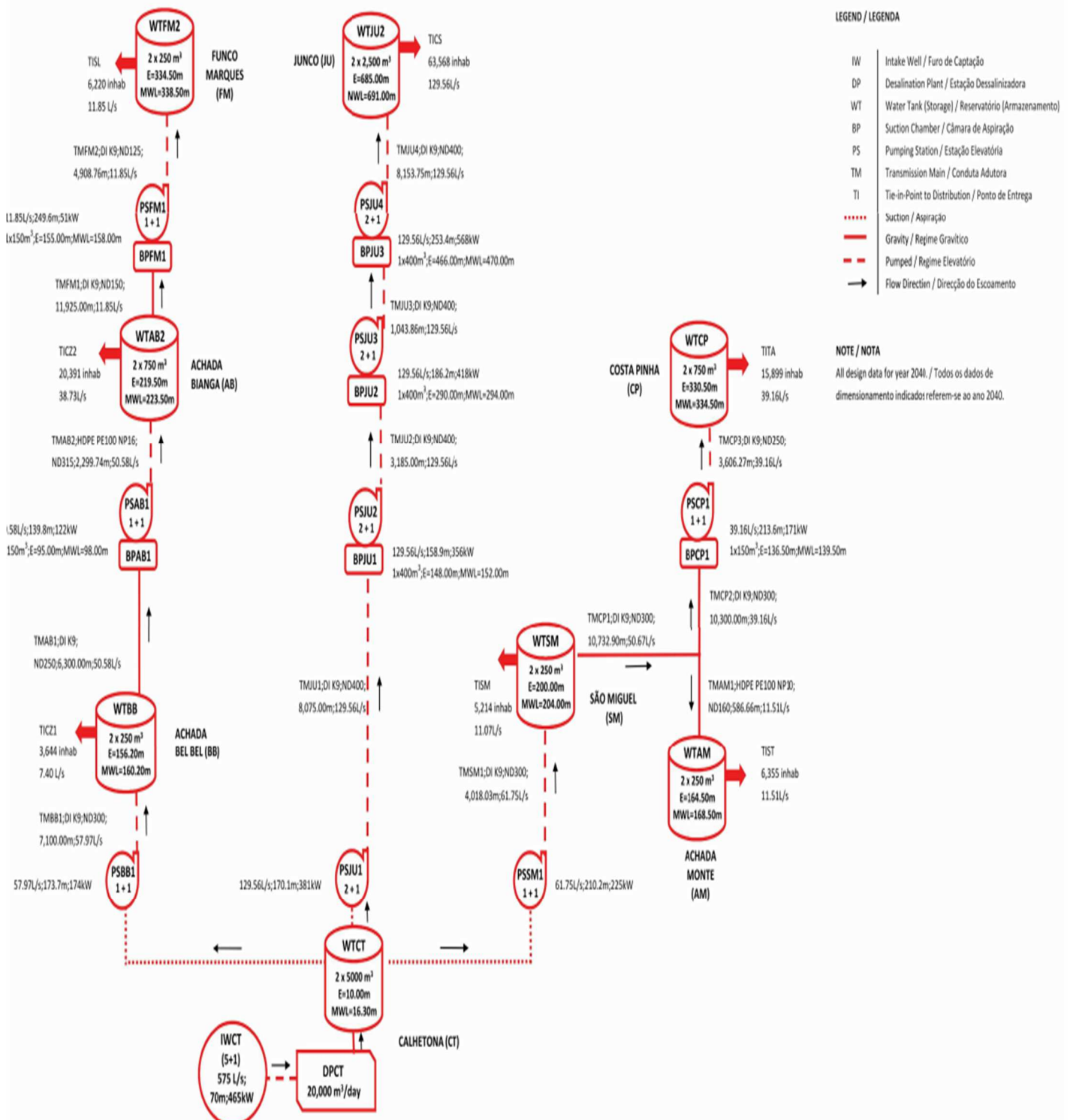


Figura 4-4 – Sistema Norte, Esquema Hidráulico, [9]

Seguidamente apresenta-se um resumo descritivo de cada subsistema do sistema norte:

- **Subsistema Calhetona – Junco**

No subsistema Calhetona - Junco, o reservatório de água WTJU2, terá um ponto de ligação para os municípios de Santa Catarina e São Salvador do Mundo.

A montante e a jusante (ou seja, de nordeste a sudoeste), o subsistema Calhetona - Junco inclui as seguintes infraestruturas:

1. Reservatório de regularização de água WTCT associado à estação de bombagem PSJU1.
2. Conduas adutoras de transmissão por bombagem em Junco.
3. Câmara de aspiração do Junco (PSJU1 associada à estação de bombagem do Junco (PSJU2).
4. Câmara de aspiração associada à estação de bombagem PSJU3.
5. Câmara de aspiração associada à estação de bombagem PSJU4.
6. Reservatório de armazenamento de água do Junco WTJU2.

- **Subsistema Calhetona - Costa Pinha**

No subsistema Calhetona - Costa Pinha, os reservatórios de água de São Miguel (WTSM) e reservatório de água de Costa Pinha (WTCP), nos quais o primeiro terá um ponto de ligação para o município de São Miguel o segundo um ponto de conexão para os municípios de São Miguel e Tarrafal e o terceiro terá um ponto de ligação para o município de Tarrafal.

O subsistema Calhetona - Costa Pinha inclui as seguintes infraestruturas, descritas a montante e a jusante (norte principal):

Ramal Calhetona - São Miguel:

1. Reservatório de regularização de água principal em Calhetona (WTCT) associado à estação de bombagem do São Miguel (PSSM1).
2. Conduas adutoras de transmissão por bombagem em São Miguel 1.
3. Reservatório de água de armazenamento WTSM.

Ramal São Miguel - Costa Pinha:

1. Conduas adutoras de transmissão por gravidade em Costa Pinha1.
2. Conduas adutoras de transmissão por gravidade em Achada Monte 1.
3. Reservatório de armazenamento de água da Achado Monte (WTAM).
4. Conduas adutoras de transmissão por gravidade em Costa Pinha 2.

5. Câmara de aspiração da Costa Pinha (BPCP1) associada à estação de bombagem da Costa Pinha (PSCP1);
6. Conduas adutoras de transmissão por bombagem em Costa Pinha 3.
7. Reservatório de água de armazenamento WTCP, [9].

- **Subsistema Calhetona – Funco Marques**

No subsistema Calhetona - Funco Marques, os reservatórios de água da Achada Bel Bel (WTBB), reservatório da Achada Bianga (WTAB2) e o reservatório do Funco Marques (WTFM2), nos quais os dois primeiros terão um ponto de conexão para o município de Santa Cruz e o terceiro terá um ponto de conexão para Município de São Lourenço dos Órgãos.

A montante e a jusante (em direção ao sul), o subsistema Calhetona - Funco Marques inclui as seguintes infraestruturas:

Ramal Calhetona - Achada Bel Bel:

1. Reservatório de regularização de água inicial WTCT associado à estação de bombagem de Achada Bel Bel (PSBB1).
2. Conduas adutoras de transmissão por bombagem em Achada Bel Bel 1.
3. Reservatório de armazenamento de água da Achada Bel Bel (WTBB).

Ramal Achada Bel Bel - Achada Bianga:

1. Conduas adutoras de transmissão por gravidade em Achada Bel Bel 1.
2. Câmara de aspiração da Achada Bianga (BPAB1) associada à estação de bombagem da Achada Bianga (PSAB1).
3. Conduas adutoras de transmissão por bombagem em Achada Bel Bel 2.
4. Reservatório de armazenamento de água WTBB2.

Ramal Achada Bianga _ Funco Marques:

1. Conduas adutoras de transmissão por gravidade do Funco Marques 1.
2. Câmara de aspiração do Funco Marques (BPFM1) associado a estação e bombagem do Funco Marques (PSFM1).
3. Conduas adutoras de transmissão por bombagem do Funco Marques 2.
4. Reservatório de armazenamento de água WTFM, [9].

4.3.Arquitetura do Projeto de Telegestão

A arquitetura do projeto de telegestão será do tipo árvore composta por unidades locais e interfaces homem máquina (HMI e PLCs remotas), ligadas a unidades de zona (PLC de gestão) interligados entre si por um de cabo de fibra ótica e controlado por unidade de supervisão e controlo SCADA. Em paralelo a arquitetura poderá ter uma plataforma online para monitorização através da CLOUD, que possibilitará o acesso em tempo real fora da sala de controlo através de computadores portáteis, tablet e/ou smartphones, conforme consta na Figura 4-5.

As instalações (estações de bombagens, reservatórios de água e estações de bombagem com câmara de aspiração acoplado) serão preparadas para funcionar de forma automática, recebendo ordens do centro de comando e transmitindo para estas informações relativas ao seu funcionamento, permitindo a sua gestão em condições ideais e a geração de alarmes em caso de anomalias.

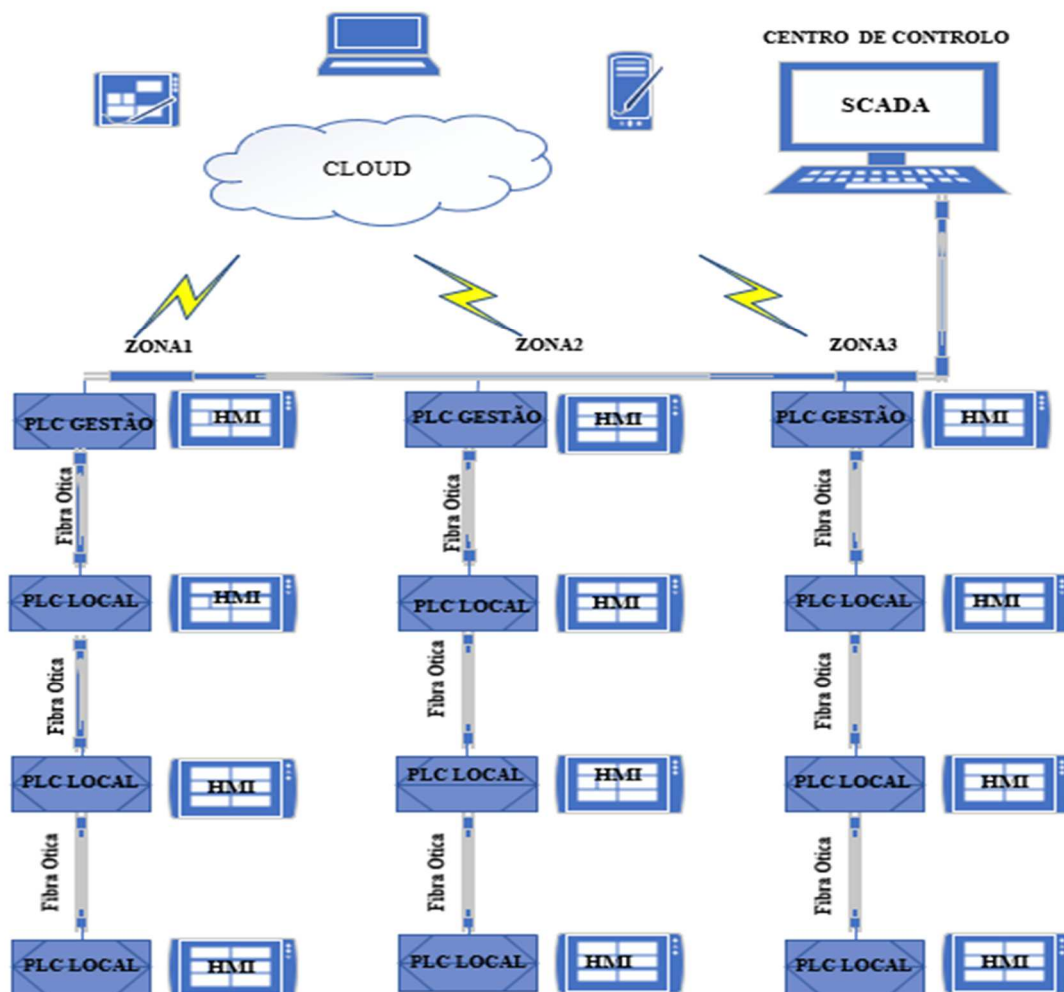


Figura 4-5 – Arquitetura do Sistema de Telegestão a Implementar

4.4.Especificação dos Equipamentos

Os equipamentos de automação, interface e monitorização proposto na realização deste trabalho são da marca **Phoenix Contact**, uma companhia Alemã, de referência no mercado e agente de inovação da área eletrotécnica a nível mundial, com a sua atividade no setor desde 1923. A escolha desta marca está relacionada com o facto da existência do protocolo **EduNet** entre a Phoenix Contact e a Universidade de Algarve. Este protocolo permite a partilha de conhecimentos e tecnologias, o que representa uma mais-valia para obtenção dos software e equipamentos necessários para realização deste projeto.

Para a instrumentação (sensores e transdutores para qualidade e quantidade da água) optou-se pelos equipamentos da marca **Endress+Hauser**, uma companhia que é líder global em instrumentação de medição, serviços e soluções para engenharia de processos industriais, com a qual a mestranda teve a oportunidade de conhecer e trabalhar com os seus equipamentos durante o seu percurso profissional. Desde o princípio estes equipamentos causaram uma boa impressão pela sua fiabilidade, facilidade no manuseamento e o excelente funcionamento ao longo da sua vida útil, adaptando-se muito bem a realidade do clima do arquipélago de Cabo Verde.

Para o funcionamento do sistema de telegestão é necessária a colocação em todas as unidades locais, unidades de zona e na unidade de supervisão equipamentos adequados para a execução do controlo e monitorização. Listam-se de seguida os principais equipamentos propostos para as instalações a monitorizar:

- Controlador lógico programável (PLC - ILC 131 ETH da Phoenix Contact).
- Controlador logico programável de gestão (PLCnext - AXCF 2152 da Phoenix Contact).
- Interfaces homem máquina (HMI WEB-WP 06T/WT- 2400 163 da Phoenix Contact).
- Software de controlo e aquisição de dados (SCADA -Visu +2 .52 da Phoenix Contact).
- Analisador de energia trifásico (EEM-EM 375-2908581 da Phoenix Contact).
- UPS AC/DC (da Phoenix Contact).
- Cabo de fibra ótica.
- Emissores, recetores e amplificadores óticos.
- Transdutor de pressão em cerâmica analógico (PMCR21 4-20mA da Endress+Hauser).
- Medidor de caudal ultrassônico analógico (Proline Prosonic Flow 93C da Endress+Hauser).
- Sensor de nível analógico (Micropilot FMR10 da Endress+Hauser).
- Kit de medição dos parâmetros da água (Liquiline CM14 da Endress+Hauser).

4.4.1. Controlador Lógico Programável (PLC)

Em cada instalação física (estações de bombagens, reservatórios de água, câmaras de aspiração acopladas à estação de bombagem etc.) haverá um PLC local responsável pela automatização dos equipamentos de campos, nomeadamente a leitura de dados e comunicação com o PLC de gestão que por sua vez interage com o sistema de supervisão.

A escolha do PLC ILC -131 ETH derivou essencialmente dos seguintes aspetos:

- Número de entradas e saídas (analógicas e digitais) ideais para a implementação do sistema em causa.
- Elevada compatibilidade com diversos componentes, tais como os HMI.
- Elevada capacidade de expansão e conectividade, permitindo assim a constante evolução e melhoria do sistema.
- Possibilidade de criação de página na web sem necessidade de módulos adicionais.
- Elevada robustez, flexibilidade e preço economicamente acessível.

O PLC proposto (ILC 131 ETH) Figura 4-6, da marca Phoenix Contact é um equipamento modular e pequeno, com Ethernet integrada e conexões interbus, de modo a permitir configurações personalizadas através do acoplamento de vários módulos de expansão de entradas e saídas, como se pode verificar nas Figura 4-6, Figura 4-7 e Figura 4-8. A programação deste PLC é feita com o recurso ao software PC Worx (IEC 61131-3). [10].

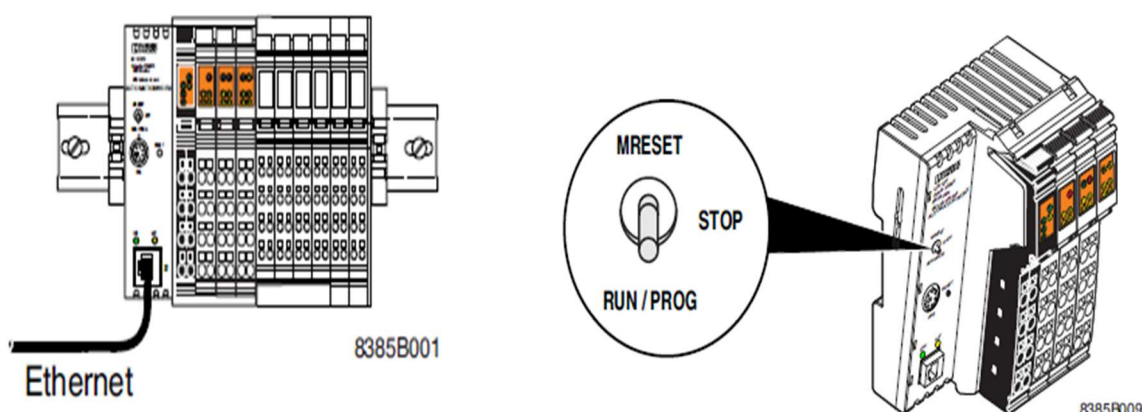


Figura 4-6 – Imagem do PLC ILC 131 ETH [10]

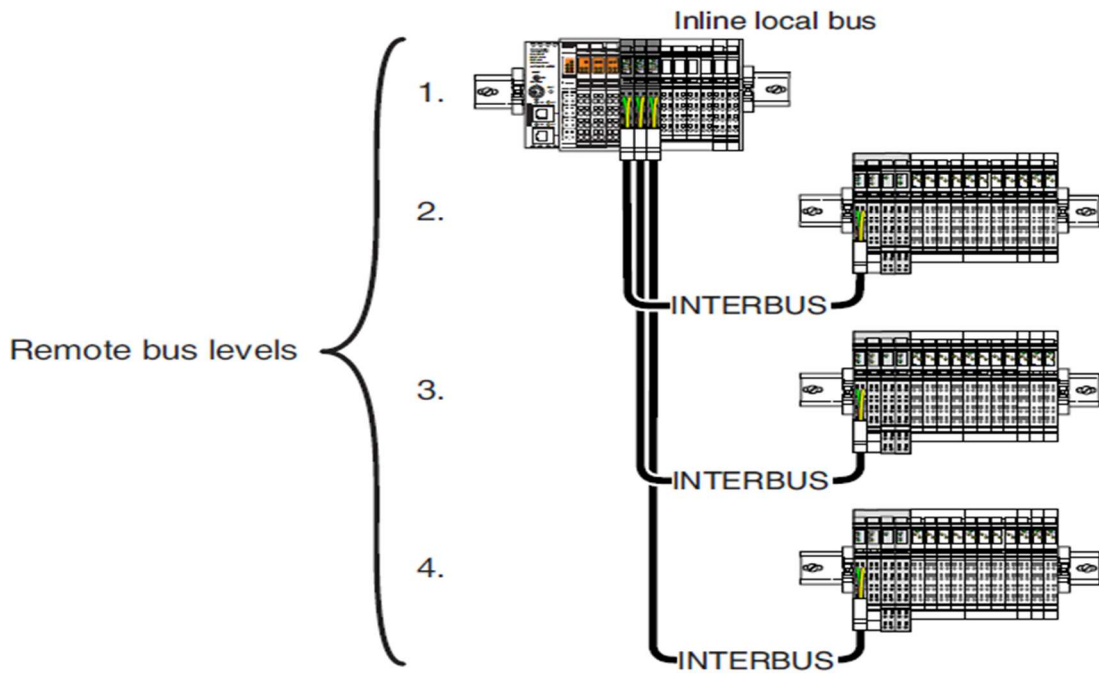


Figura 4-7 – Imagem do PLC ILC 131 ETH com módulos de expansões [10]

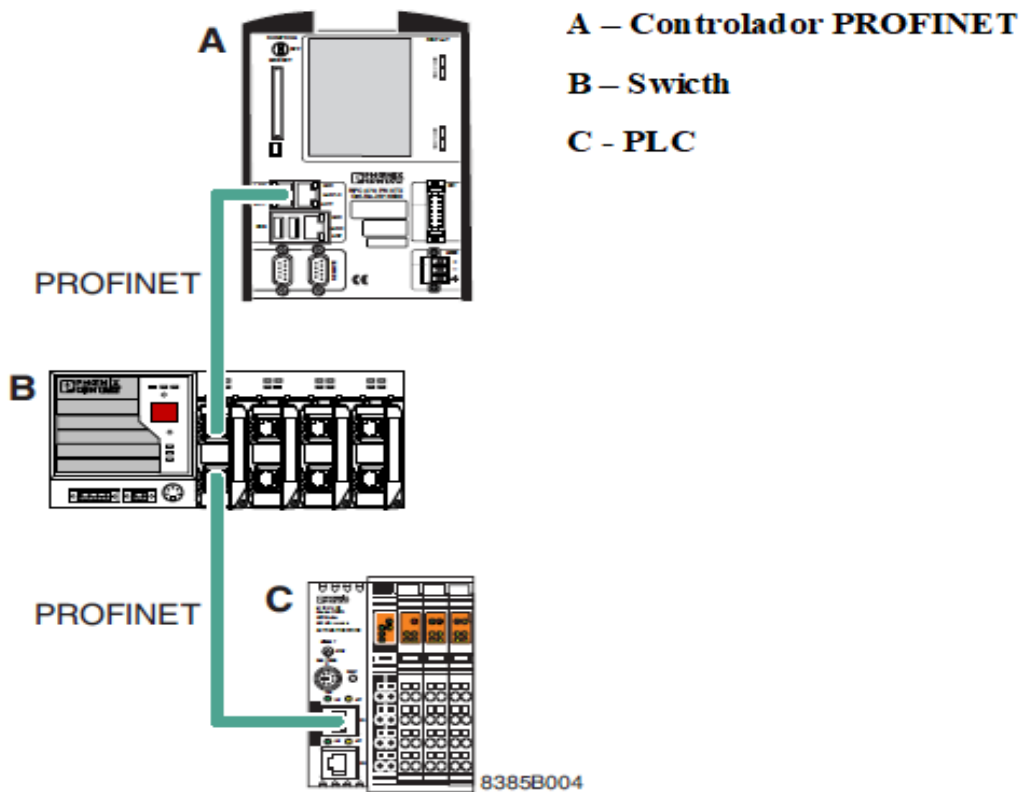


Figura 4-8 – Imagem do PLC ILC 131 ETH numa rede Profinet [10]

4.4.2. Controlador Logico Programável de Gestão (PLCnext)

Os PLCnext Figura 4-9, são controladores de gestão da marca **Phoenix Contact**, proposto como unidade de zona, são modulares, da serie Axioccontrol, robustos e pequenos, [10].

Para esse projeto foi escolhido o PLCnext AXCF 2152, apresentado na Figura 4-9. São PLCs expansíveis com módulos para os sistemas I/O IP20 Axioline e Inline, além disso, podem ser ampliados pelo lado esquerdo, com uma função de hardware, por exemplo outra porta Ethernet. Possuem também ligação integrada à Proficloud, permitindo obter análises dos dados das instalações em qualquer lugar.

O PLCnext Engineer é o software de programação PLCnext Technology. Ele reúne todas as funções fundamentais para configuração, programação, visualização e diagnóstico. As interfaces bem organizadas, a programação orientada para objetos e as funções individualmente adaptáveis são algumas das suas características.

Os PLCnext possuem aplicativos de software (*apps*) que podem ser encontrados na PLCnext Store, onde estão disponíveis *apps* para aplicações individuais da tecnologia de automação. Com eles é possível expandir os PLCnext Control de forma direta e fácil com funções técnicas.

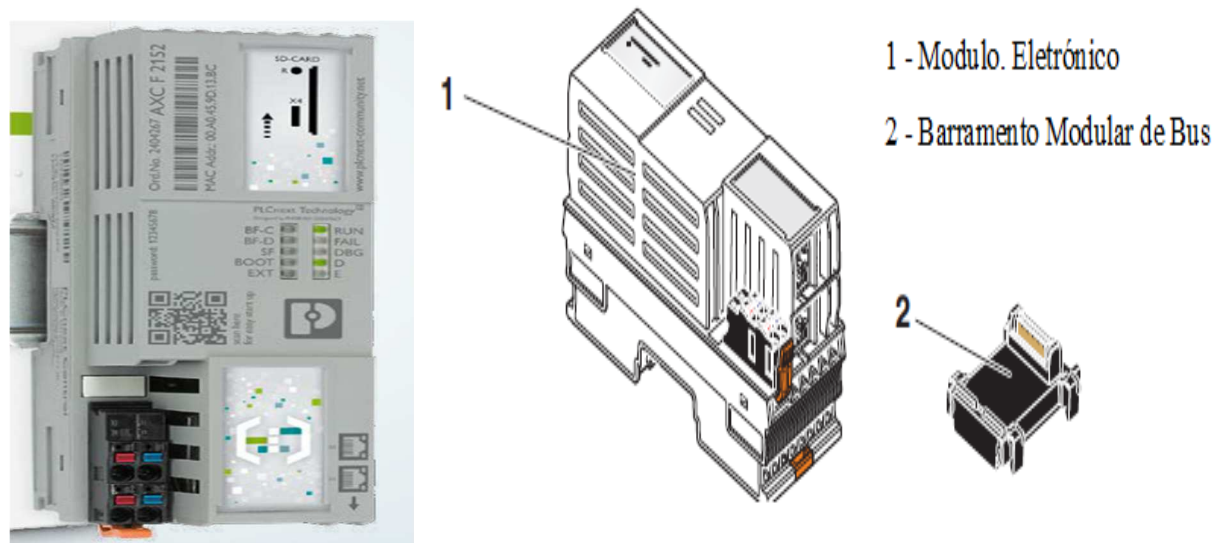


Figura 4-9 – Imagem do PLCnext AXCF 2152 [10]

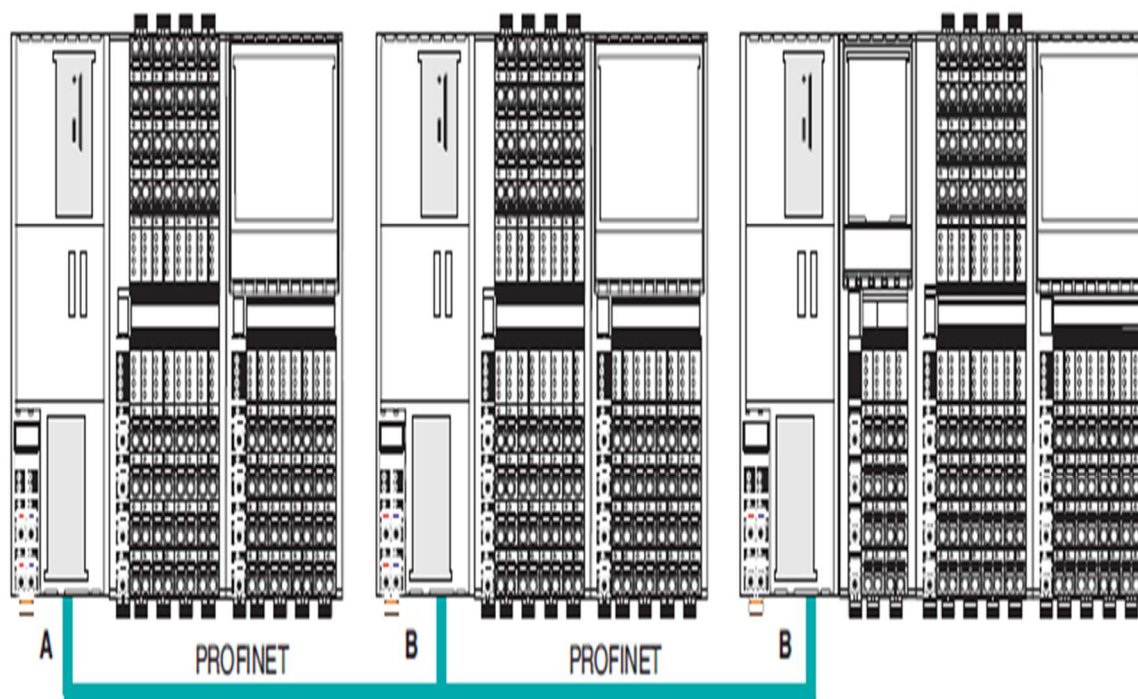


Figura 4-10 – Exemplo do PLCnext AXCF 2152 numa rede Profinet [12]

4.4.3. Interfaces homem Máquina (HMI)

Os HMIs são as interfaces entre o processo e os operadores, propostas para as instalações remotas (reservatórios, estações de bombagens, etc.), com a finalidade de traduzir variáveis complexas em informações apropriadas e úteis. Exibir informação operacional em tempo real é a especialidades dos HMIs.

Em cada instalação existirá um HMI no quadro elétrico principal, escolhido tendo em conta as seguintes funções: Resolução da tela, necessidade de memória do projeto de visualização, número de *drivers* utilizados em paralelo, acoplamento do sistema, ou seja, número de controladores conectados, número de variáveis, taxa de atualização das variáveis, número de *scripts* locais e número e frequência dos registos.

Considerando as funções anteriores, foi escolhido para o projeto o **HMI WEB-WP 06T/WT- 2400 163**, da marca Phoenix Contact, tratando-se de um equipamento industrial robusto e resistente contra condições ambientais agressivas e substâncias químicas.

O HMI em questão possui, entre outras, as seguintes características: tempo reduzido de colocação em funcionamento, montagem simples, profundidade de montagem reduzida e formato compacto, resistência a raios UV, faixa de temperatura ampliada de -20 °C até +70 °C, elevado grau de proteção IP67 (lado frontal), elevada resistência ao desgaste, elevada compatibilidade química (sonda de vidro), display legível à luz solar, fácil substituição do equipamento, isto é o projeto de visualização fica guardado no PLC, e é energeticamente eficiente devido à iluminação de fundo LED. Na Figura 4-11 apresenta-se a imagem física do HMI escolhido, [10].

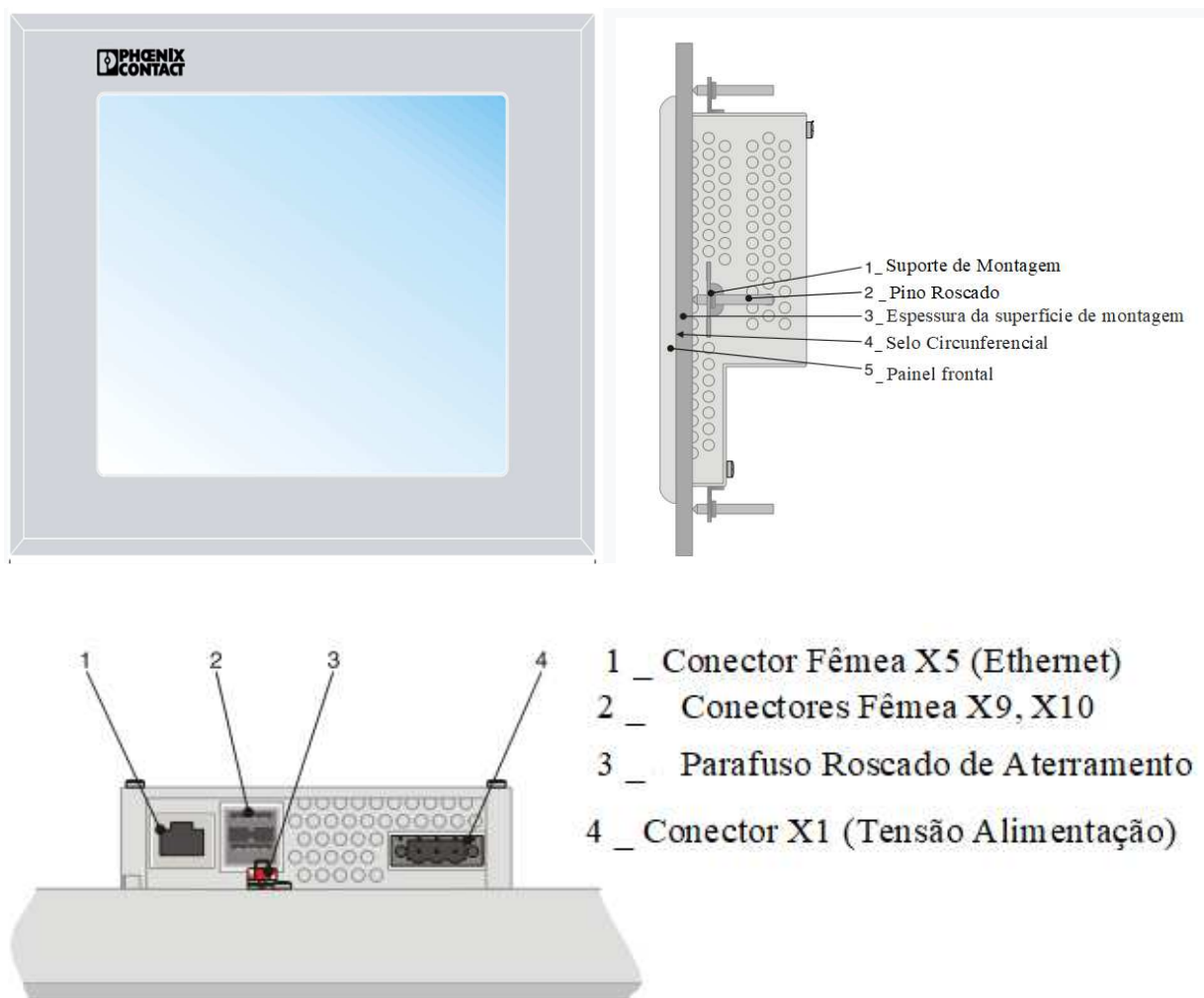


Figura 4-11 – Imagem do HMI WEB-WP 06T/WT- 2400 163, [10]

4.4.4. Software de Supervisão e Controlo (SCADA Visu+)

Os sistemas de supervisão e aquisição de dados, conhecidos por SCADA, estão em constante evolução tanto em termos gráficos e funcionais, como na facilidade de programação, no sentido de melhorar a interface com o utilizador e possibilitar uma gestão mais eficaz e eficiente dos recursos existentes.

Neste projeto procurou-se, uma solução otimizada que se traduza numa mais-valia em termos técnicos, produtivos e qualitativos. Assim, optou-se pelo desenvolvimento de um sistema de supervisão à medida das necessidades dos serviços, tendo-se escolhido o SCADA Visu+ versão 2.52, Figura 4-13, da **Phoenix Contact**. Como já foi referido trata-se de uma companhia de referência mundial no ramo da automação e controlo. O sistema SCADA tem a capacidade de controlar processos industriais, numa instalação local ou geograficamente distribuída com as seguintes características:

- Funcionalidade SCADA completa (Supervisory Control And Data Acquisition) com visualização, representação de tendência e gerenciamento de alarmes;
- *Logging* de dados, representação de tendências e gerenciamento de fórmulas;
- Imagens de processo totalmente escalonáveis para o uso de um projeto em diversos aparelhos e tamanhos de tela;
- Software e projetos multilíngues mediante suporte Unicode e comutação online;
- Proteção de acesso com gerenciamento do usuário.

O Visu+ possui uma aplicação para a visualização em smartphones ou tablets com a *app* de visualização **Visu + mobile** da **Phoenix Contact**, Figura 4-12. Esta aplicação permite adotar o conceito de operação e monitorização flexível, pois o Visu + mobile permite aceder às instalações em qualquer hora e a partir de qualquer lugar [10].



Figura 4-12 – Imagem de interfase do Visu+ mobile, [10]

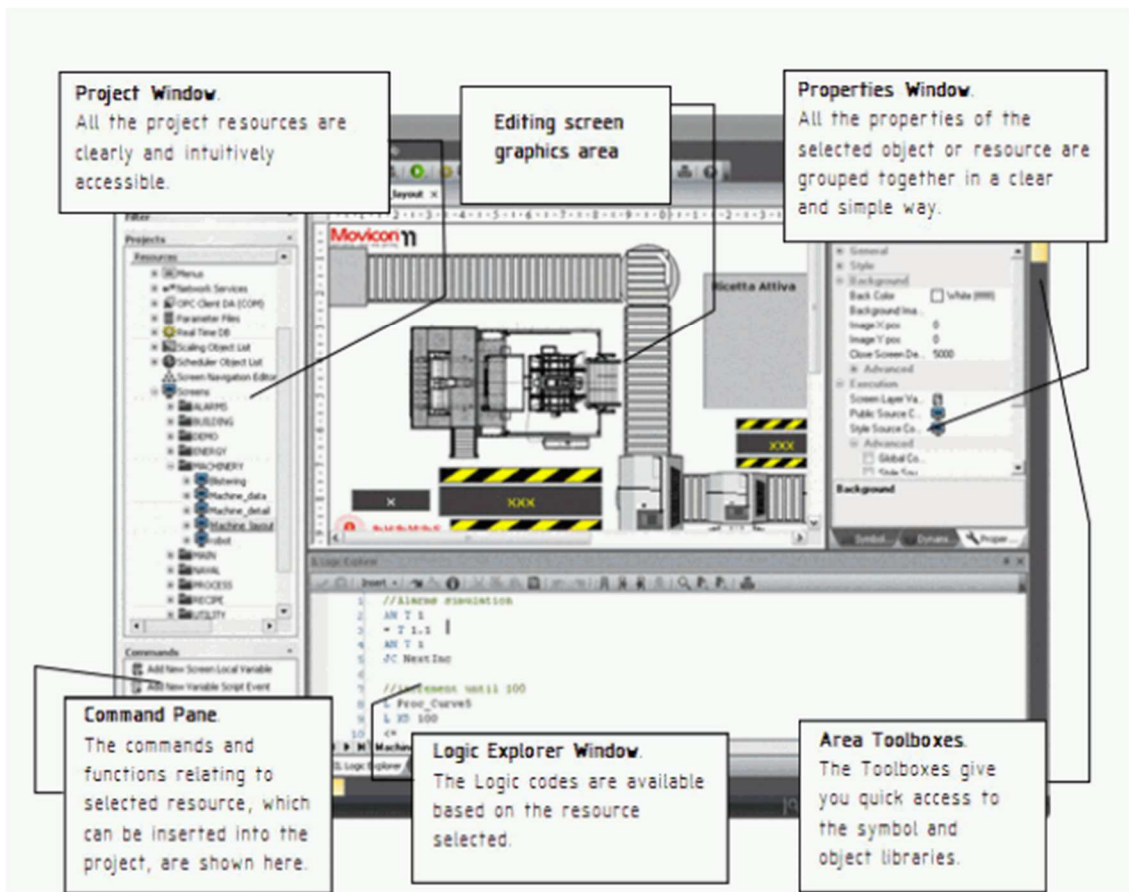


Figura 4-13 – Imagem de interfase do Visu+ 2.52, [10]

4.4.5. Equipamentos de Campos

Os equipamentos de campo englobam todos os sensores que vão desde os sensores de nível, transdutores de pressão, medidores de vazão (caudal metro) e por últimos os sensores que medem os parâmetros da qualidade da água, nomeadamente, pH, condutividade, etc. Como já referido foram propostos equipamentos da marca **Endress+ Hauser** de acordo com as descrições que se seguem:

- **Sensor de Nível Analógico (Micropilot FMR10)**

Esse equipamento foi escolhido para medir a quantidade de água existente nos vários reservatórios pertencentes ao sistema de distribuição de água, oferecendo uma medição contínua de nível sem contato, em tanques de armazenamento, reservatórios abertos, eixos de bombas e sistemas de canal, possui um sistema de medição com tecnologia sem fio *Bluetooth*.

Na Figura 4-14, apresenta-se uma imagem do sensor em questão bem como o princípio da medição e a forma como o mesmo é instalada nos reservatórios.

O Micropilot é um sistema de medição "descendente", que funciona de acordo com o método "*time of flight*" (ToF). Ele mede a distância do ponto de referência R à superfície do produto. Pulsos de radar são emitidos por uma antena, refletidos pela superfície do produto e recebidos novamente pelo sistema de radar, [11].

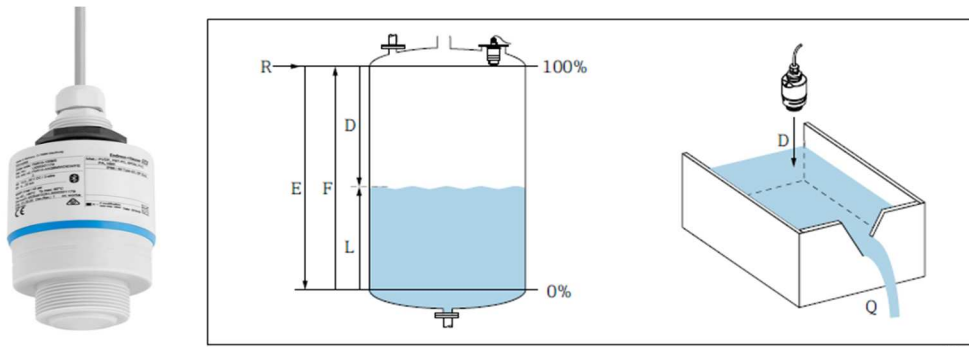


Figura 4-14 – Imagem do Sensor Micropilot FMR10. [11]

- **Transdutor de pressão de cerâmica analógico (PMCR21 4-20mA)**

O PMCR21 é o transdutor escolhido, para a medição da pressão absoluta nas condutas de água, pois o mesmo tem uma vasta utilização ao nível internacional devido à sua ampla gama de aprovações e conexões em processos de medição. Na Figura 4-15, representa a imagem do transdutor PMC21 de pressão, o qual possui as seguintes características:

1. Alta reprodutibilidade e estabilidade ao longo prazo;
2. Precisão de referência até 0.3%;
3. Faixa de medição personalizadas, redizida para 5:1 e sensor para afixas de medição de até 400 bar;
4. Caixa e diafragma de isolamento de processo de 316L, [11].



Figura 4-15 – Imagem do Transdutor de Pressão PMC21, [11]

- **Medidor de caudal ultrassônico analógico (Proline Prosonic Flow 93C)**

O sensor de caudal Proline Prosonic Flow 93C Figura 4-16, foi proposto para medir a quantidade de água que entra e sai nos reservatórios, desde a sua produção até à entrega final nos pontos de distribuição existentes em várias localidades. Esses equipamentos estão perfeitamente adequados para a medição bidirecional de líquidos puros ou levemente contaminados, independente de pressão, temperatura, condutividade e viscosidade. Conceito de instrumento modular e de operação que tem como resultado um maior grau de eficiência;

1. Habilidade de diagnóstico e *back-up* de dados para uma qualidade de processo superior;
2. Instalação e comissionamento rápidos e seguros garantem uma medição precisa; Insensibilidade a vibrações, [11].



Figura 4-16 – Imagem do Sensor de Caudal Proline Prosonic Flow, [11]

- **Kit de medição dos parâmetros da água (Liquiline CM14)**

O kit Liquiline CM14, foi escolhida para analisar os parâmetros da qualidade da água, através da medição do potencial hidrogênio iônico (PH), potencial de oxidação redução (ORP) e condutividade, baseando no princípio de ligação com três sensores *memosens* como pode ser verificado na Figura 4-17. Esse equipamento possui os seguintes benefícios:

1. Instrumento compacto em caixa montada em painel de 48x96mm;
2. Fácil de operar, Plug e Play com sensores *memosens* pré-calibrados;
3. Medição confiável e segura, em que a tecnologia *memosens* oferece transmissão digital de sinais e sistema de verificação de sensores, [11].

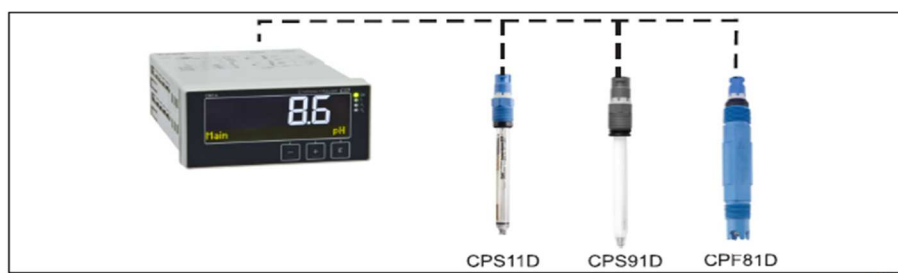


Figura 4-17 – Imagem do Kit de Medição dos Parâmetros da Água Liquiline CM14 [11]

4.5. Redes de Comunicações

Uma rede de comunicação é assim um meio poderoso, já que possibilita a partilha de recursos independentemente da sua localização física, com fiabilidade e a grande velocidade. Uma das finalidades da interligação dos dispositivos é a economia de recursos, pois, uma vez interligados em rede, tornam as informações acessíveis a todos os utilizadores, de uma forma mais económica e fiável. Na Figura 4-18, encontra-se a rede de comunicação do sistema Norte que vai ser implementado, possuindo as seguintes características:

1. Começa com a transmissão dos dados entres o PLC ILC 131 ETH e os equipamentos de campos (sensores, transdutor, atuadores, etc.) por RS485;
2. PLC ILC 131 ETH, e o IHM WEB WP06T/-2400163, via Ethernet; através do cabo de rede UTP Cat.5e (cabo par traçado), em que o comprimento não deverá exceder os 100 metros;
3. PLC ILC 131 ETH, e o PLCnext AXCF 2152, via Profinet numa rede de fibra ótica do tipo ativa;
4. E finalizando com o PLCnext AXCF 2152, através da internet comunicação com o sistema de supervisão e controlo VISU+ e ao mesmo tempo poderá ter uma ligação ao *Cloud* onde vai disponibilizar as informações da plataforma online.

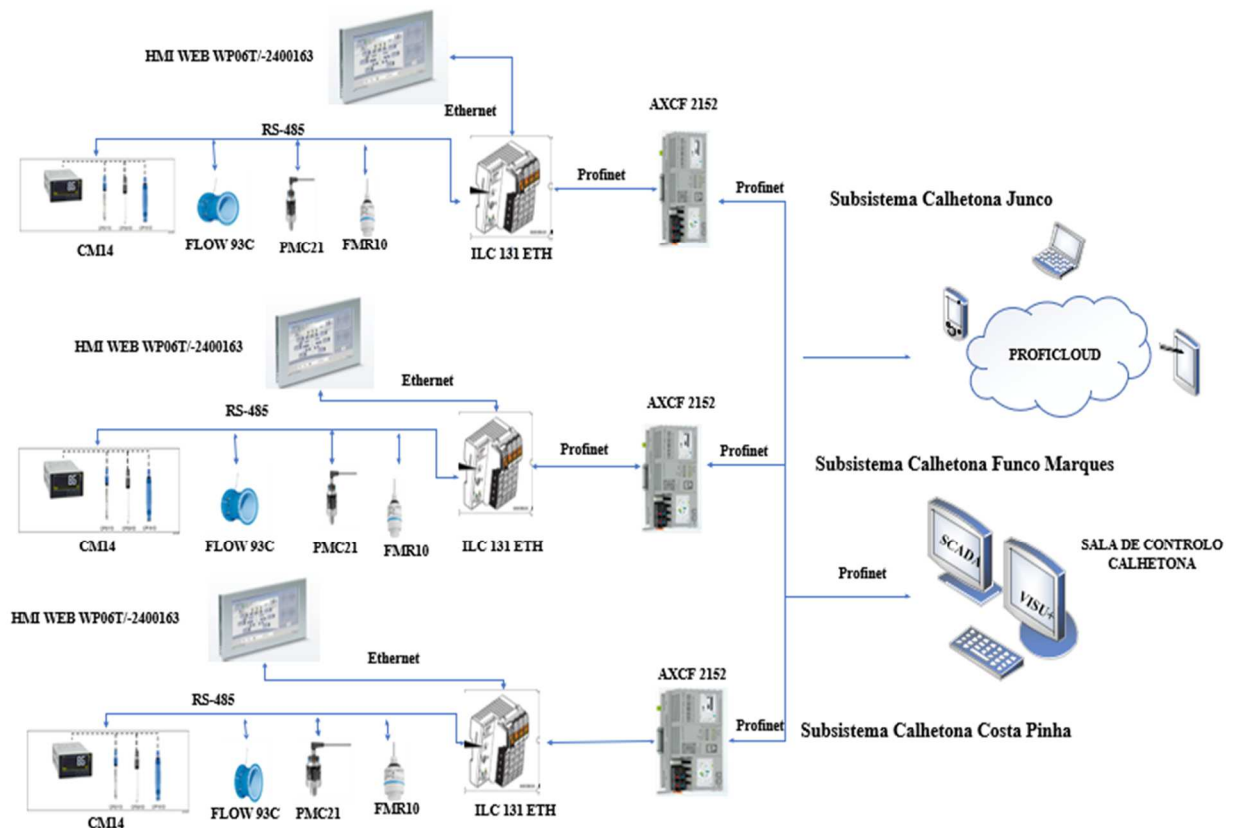


Figura 4-18 – Redes de Comunicações

4.6. Programas, Layout Computacionais e Simulações Desenvolvidos

Partindo do princípio de que a estrutura física do projeto é baseada numa sucessão de repetições de três tipos de instalações, nomeadamente reservatórios de água, estações de bombagens e estações de bombagens com câmaras de aspirações acopladas, na implementação dos programas para o controlo dos mesmo vão ser realizadas aplicações tendo em conta a natureza dessas três instalações.

4.6.1. Programação dos PLCs Locais

O PCworx, é o software utilizado pela Phoenix Contact para programar os PLC propostos para as instalações (estação bombagem, reservatório de água, câmara de aspiração), responsáveis pela automatização dos equipamentos eletromecânicos, leitura dos sensores e pela comunicação com o sistema de supervisão. Deste modo são utilizados PLCs modulares, de modo a permitir configurações personalizadas através do acoplamento de vários módulos de expansão de entradas e saídas.

A programação no PCworx disponibiliza várias linguagens para desenvolver os programas, de entre estas opta-se pela utilização do diagrama de função de bloco do inglês Function Block Diagram (FBD) e o Ladder.

Antes de se iniciar a elaboração do programa de controlo, é necessário fazer algumas pré-configurações dos parâmetros do PLC, que se descrevem a seguir:

- Atribuição do endereço IP do PLC via DCP (Dynamic Configuration Protocol)

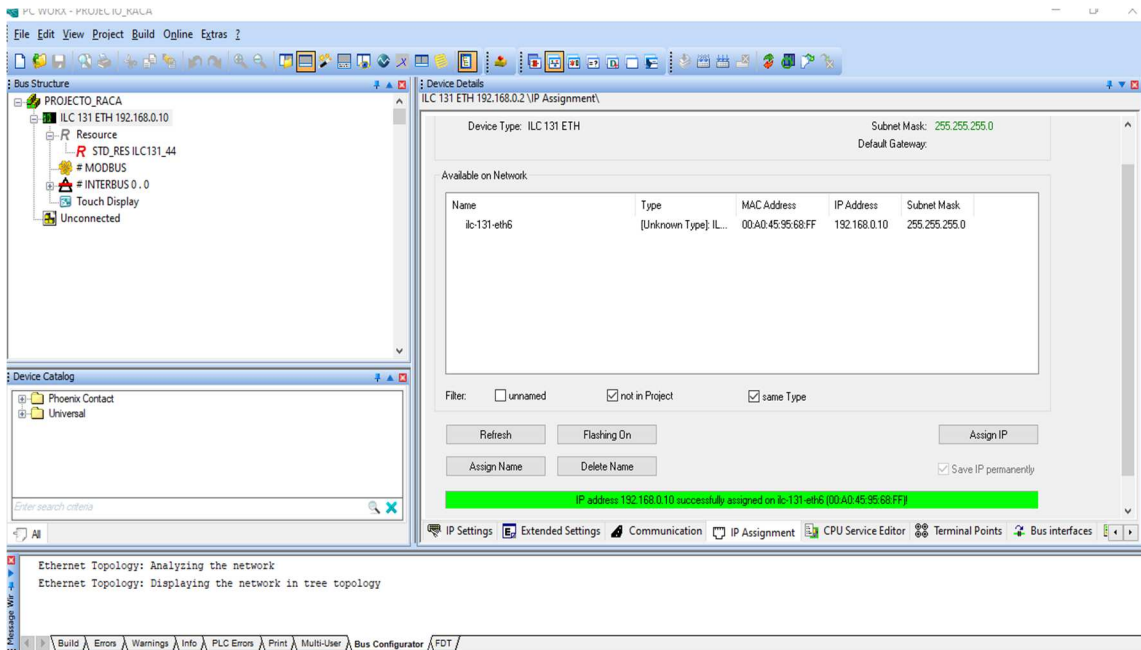


Figura 4-19 – Painel para atribuição do IP via DCP

- Adição dos respectivos módulos INTERBUS, Figura 4-20.

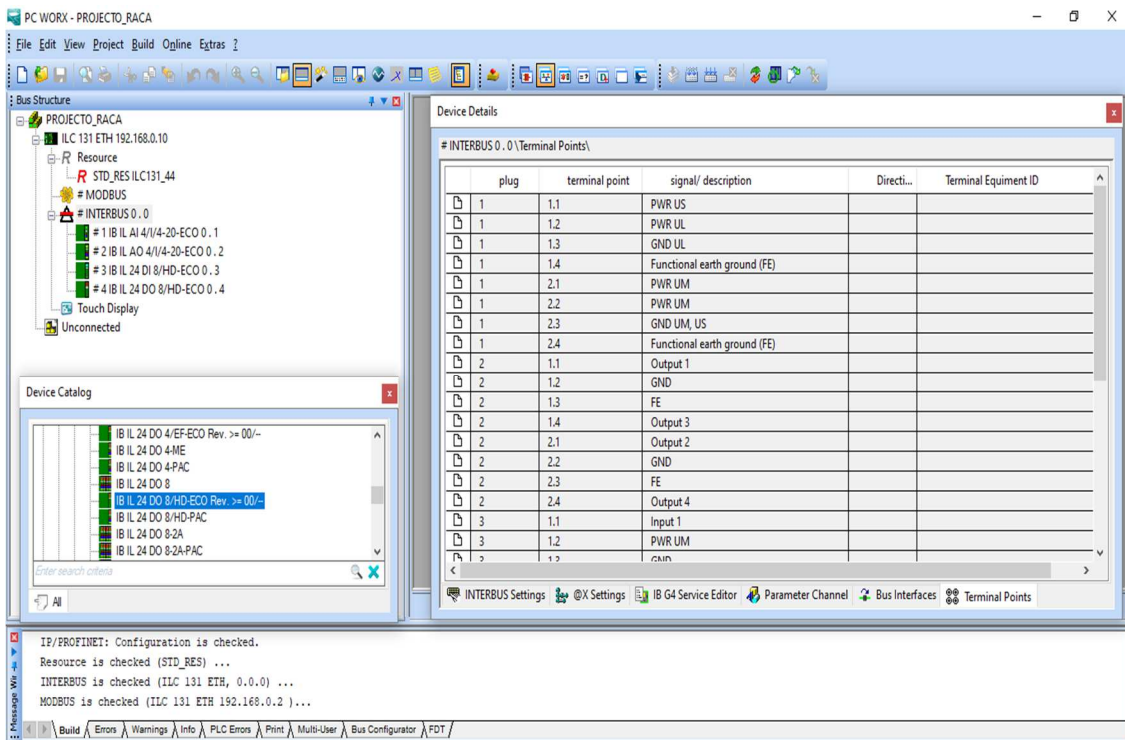


Figura 4-20 – Painel de adição dos módulos INTERBUS

- Ativação dos bits pré-configurados do sistema, do relógio de memória e outras configurações adicionais necessárias ao correto funcionamento e programação do PLC.

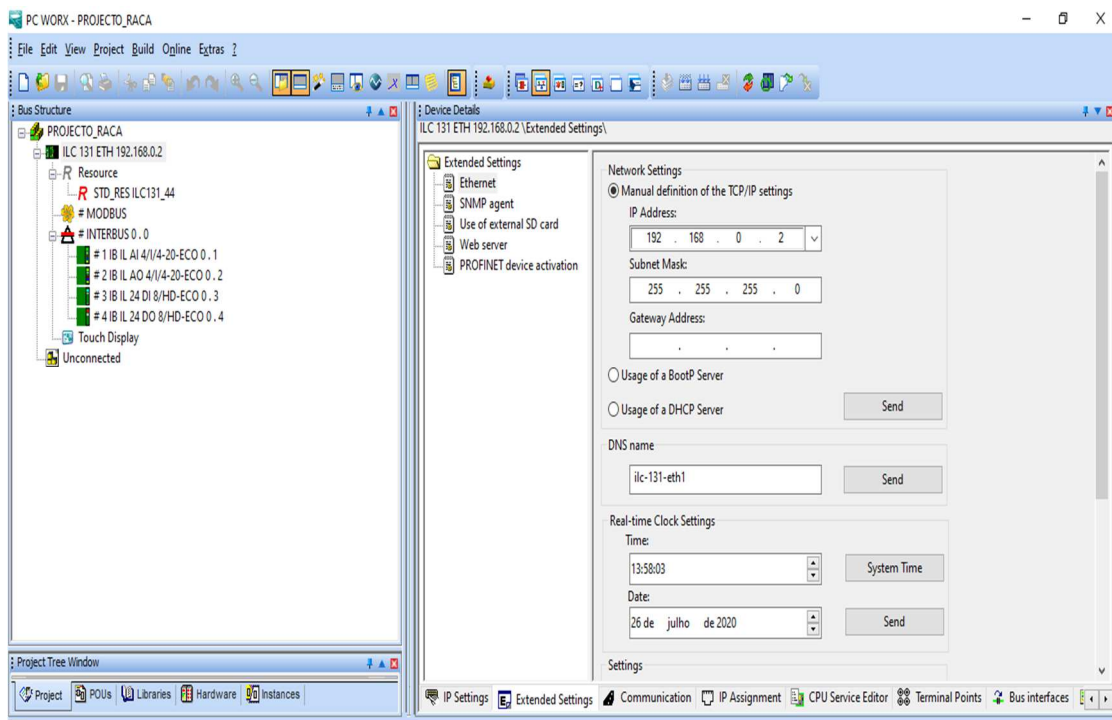


Figura 4-21 – Configurações avançadas para as restantes pré-configuração do PLC

4.6.1.1. Programa para o PLC no Controlo do Reservatório de Água

Antes da elaboração do programa foram definidas as variáveis a monitorizar e controlar pelo PLC no reservatório de água, consoante descrita na Tabela 4-2.

Tipos de Variáveis			
Entradas		Saídas	
Analógicas	Digitais	Analógicas	Digitais
Nível Reservatório	Energia	Nível Medido	Alarme Energia
Caudal Entrada	Comunicação	Caudal Entrada Medido	Alarme Comunicação
Caudal Saída		Totalizador Entrada	Alarme Nível Máximo
PH		Caudal Saída Medido	Alarme Nível Mínimo
ORP		Totalizador Saída	Alarme PH Mínimo
Condutividade		PH medido	Alarme PH Máximo
		ORP. Medido	Alarme ORP Mínimo
		Condutividade Medido	Alarme Condutividade Máxima
			Alarme Condutividade Mínima

Tabela 4-2 – Variáveis do Programa para Reservatório de Água

Com base na definição das variáveis verificou-se que o PLC ILC 131 ETH proposto para automação e controlo do reservatório de água, possuindo oito entradas e quatro saídas digitais diretas, não são suficientes para atender as demandas da instalação. Nesse sentido serão utilizados módulos interbus, o IB IL AI4/I 4-20 ECO que possuem quatro entradas analógicas, IB IL AO4/I 4-20 ECO com quatro saídas analógicas, IB IL 24 DI 8/HD ECO possuindo oito entradas digitais e o IB IL 24 DO 8/HD ECO com oito saídas digitais.

A estrutura do programação e organização foram implementadas de acordo com a execução lógica do programa, ou seja, visto que o funcionamento do PLC consiste na constante realização do processo de varredura num ciclo infinito, as configurações e partes do programa mais importantes foram implementadas de acordo com a sua prioridade, sendo que as mais prioritárias foram colocadas no início do programa, seguindo-se as restantes de forma decrescente. Foram também escritos comentários referentes a cada network (ou secção) do programa para uma melhor e mais fácil leitura e compreensão.

O programa está estruturado com os seguintes networks:

- **Network 0**, responsável por verificar e indicar o modo de funcionamento da instalação, remoto (automático ou manual) ou local (manual ou automático).
- **Network 1**, responsável pelo controlo da energia na instalação, que consiste numa entrada digital proveniente do analisador de energia proposto para a instalação, e gera um alarme caso a entrada seja falsa.
- **Network 2**, faz o controlo do nível de água no reservatório a partir de uma entrada analógica proveniente de um sensor de nível, através da implementação de todas as instruções e conversões necessárias, gerando alarmes do nível mínimo e máximo.
- **Network 3**, responsável pelo controlo da quantidade de água fornecida através de caudal metros na entrada e saída do reservatório. A partir dos valores dos caudais medido faz-se a instrução de integração gerando os respetivos totalizadores.
- **Network 4**, responsável pelo controlo dos parâmetros (pH, ORP e condutividade) da qualidade de água, através das entradas analógicas provenientes do kit de medição. A partir dos valores medidos é definido os alarmes para cada um dos parâmetros do controlo da qualidade de água.

Ao longo da elaboração do programa, foram criadas diversas variáveis e atribuídos vários endereços de memória necessários ao correto funcionamento do programa. Para evitar que todos os dados e valores das variáveis do programa fossem perdidos aquando de uma falha de alimentação do PLC, foram utilizadas data *blocks* (blocos de dados) com a função *retain* (reter).

O programa do PLC para o controlo do reservatório de água desenvolvido é apresentado nas Figura 4-22 e Figura 4-23.

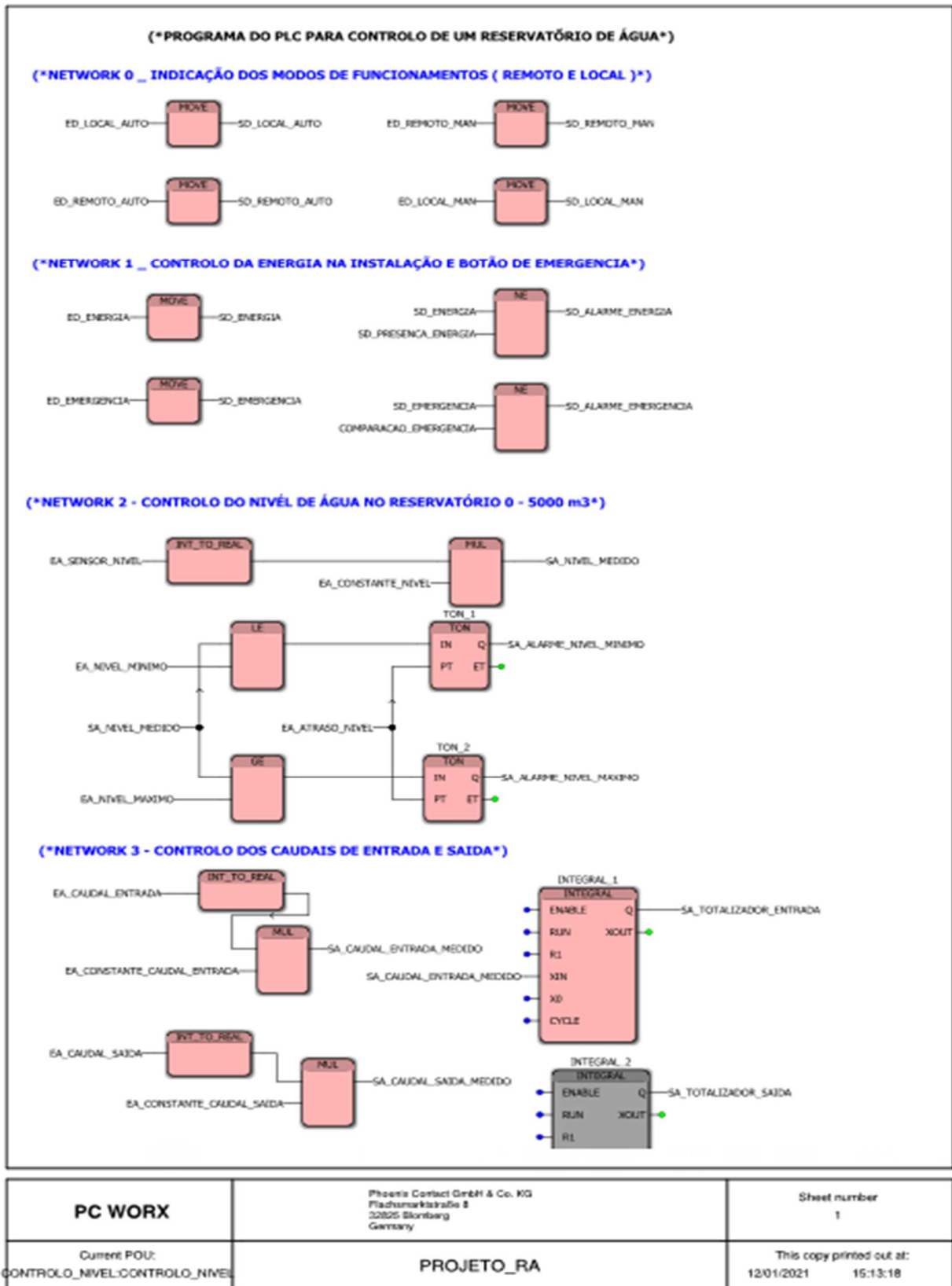
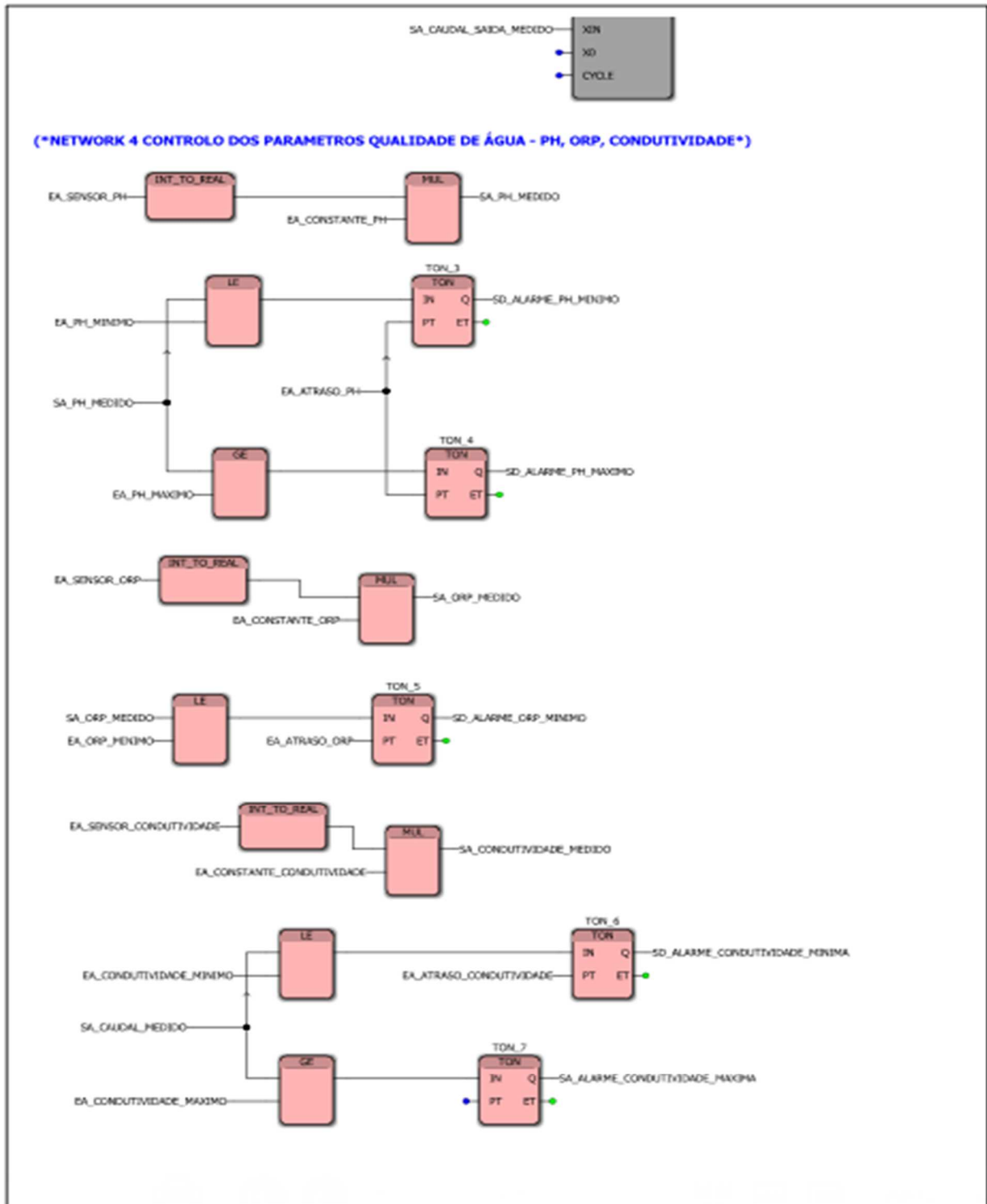


Figura 4-22 - Programa para PLC do Reservatório de Água Parte 1



PC WORX	Phoenix Contact GmbH & Co. KG Flachsmarkstraße 8 32825 Blomberg Germany	Sheet number 2
Current POU: CONTROLO_NIVEL:CONTROLO_NIVEL	PROJETO_RA	This copy printed out at: 12/01/2021 15:13:18

Figura 4-23 - Programa para PLC do Reservatório de Água Parte 2

4.6.1.2. Programa para o PLC no Controlo da Estação de Bombagem

À semelhança do programa para o reservatório de água, para a elaboração do programa do controlo da estação de bombagem foram definidas as variáveis consoante descrita na Tabela 4-3.

Tipos de Variáveis			
Entradas		Saídas	
Analógicas	Digitais	Analógicas	Digitais
Pressão Bombagem	Presença Tensão	Horas Funcionamento	Arrancar Bomba
Caudal Bombagem	Avaria Bomba	Número Arranques	Alarme Baixa Pressão
	Número Arranque	Pressão Medido	Alarme Manutenção
	Horas Funcionamento	Caudal Medido	Alarme Energia
	Arrancar Bomba	Totalizador Bombagem	Alarme Caudal Baixo
	Parar Bomba		Paragem Bomba
	Bomba Funcionamento		
	Bomba Parado		

Tabela 4-3 – Variáveis do Programa da Estação de Bombagem

O PLC ILC 131 ETH, é proposto para todas as instalações, mas como referido anteriormente as entradas e saídas diretas são insuficiente, nesse caso também se usam os módulos interbus, para saídas e entradas analógicas e para saídas e entradas digitais, com as mesmas características que os módulos para controlo de reservatório de água.

À semelhança do programa anterior, inicialmente faz-se a pré-configuração do PLC nomeadamente a atribuição do IP, adição dos módulos interbus de entradas e saídas sejam analógicos ou digitais, a fim de evitar conflitos pois os PLCs estarão na mesma rede.

De seguida faz-se a elaboração do programa possuindo os seguintes networks:

- **Network 0**, responsável por verificar e indicar o modo de funcionamento da instalação, remoto (automático ou manual) ou local (manual ou automático).
- **Network 1**, faz o controlo do acionamento do botão de emergência e da energia na instalação, que consistem nas entradas digital proveniente dos equipamentos de controlo proposto para a instalação, e geram alarme caso essas entradas sejam falsas.
- **Network 2**, onde se encontram implementadas as condições para verificar as principais condições necessárias para o acionamento da bomba, nomeadamente, o nível de água

para bombagem e a avaria da bomba, caso umas as condições se verifiquem geram alarmes impossibilitando o acionamento da bomba.

- **Network 3**, consiste na implementação das instruções para o acionamento da bomba no modo de funcionamento remoto e manual. O acionamento só é possível caso todas as condições para o coreto e seguro funcionamento se verificar, dentre estas condições se destacam, o botão de emergência desativado e os alarmes de nível de bombagem e avaria da bomba.

- **Network 4**, nesta secção faz-se o controlo dos parâmetros da bombagem, o caudal de água bombeada e a pressão do funcionamento da bomba, gerando alarmes casos alguns desses parâmetros encontram-se fora dos limites pré-estabelecidos.

- **Network 5**, é responsável por fazer o controlo do número de arranque da bomba bem como as horas de funcionamento, gerando o alarme para a próxima manutenção da bomba.

O programa do PLC para o controlo da estação de bombagem desenvolvido é apresentado nas Figura 4-24 e Figura 4-25.

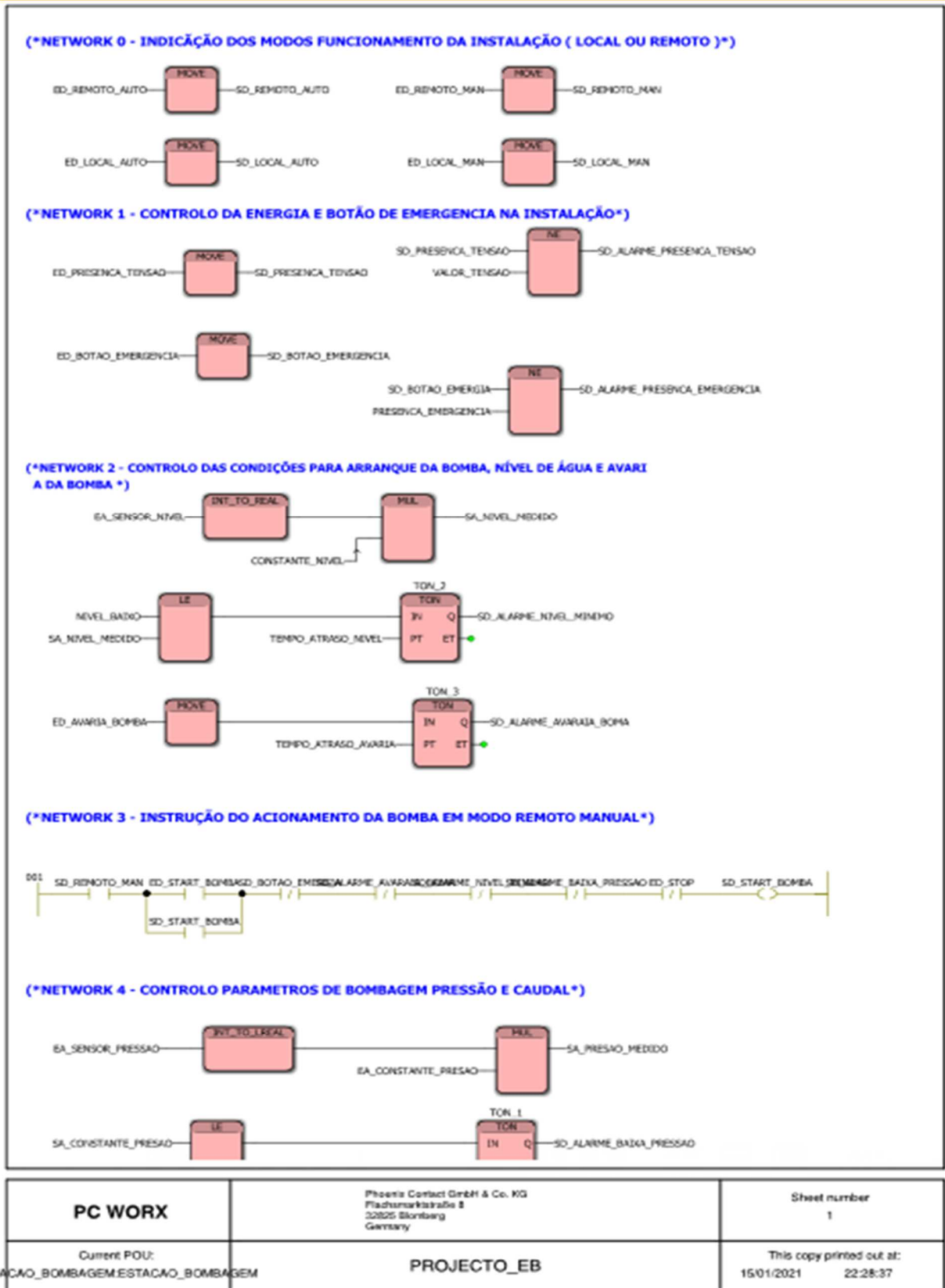
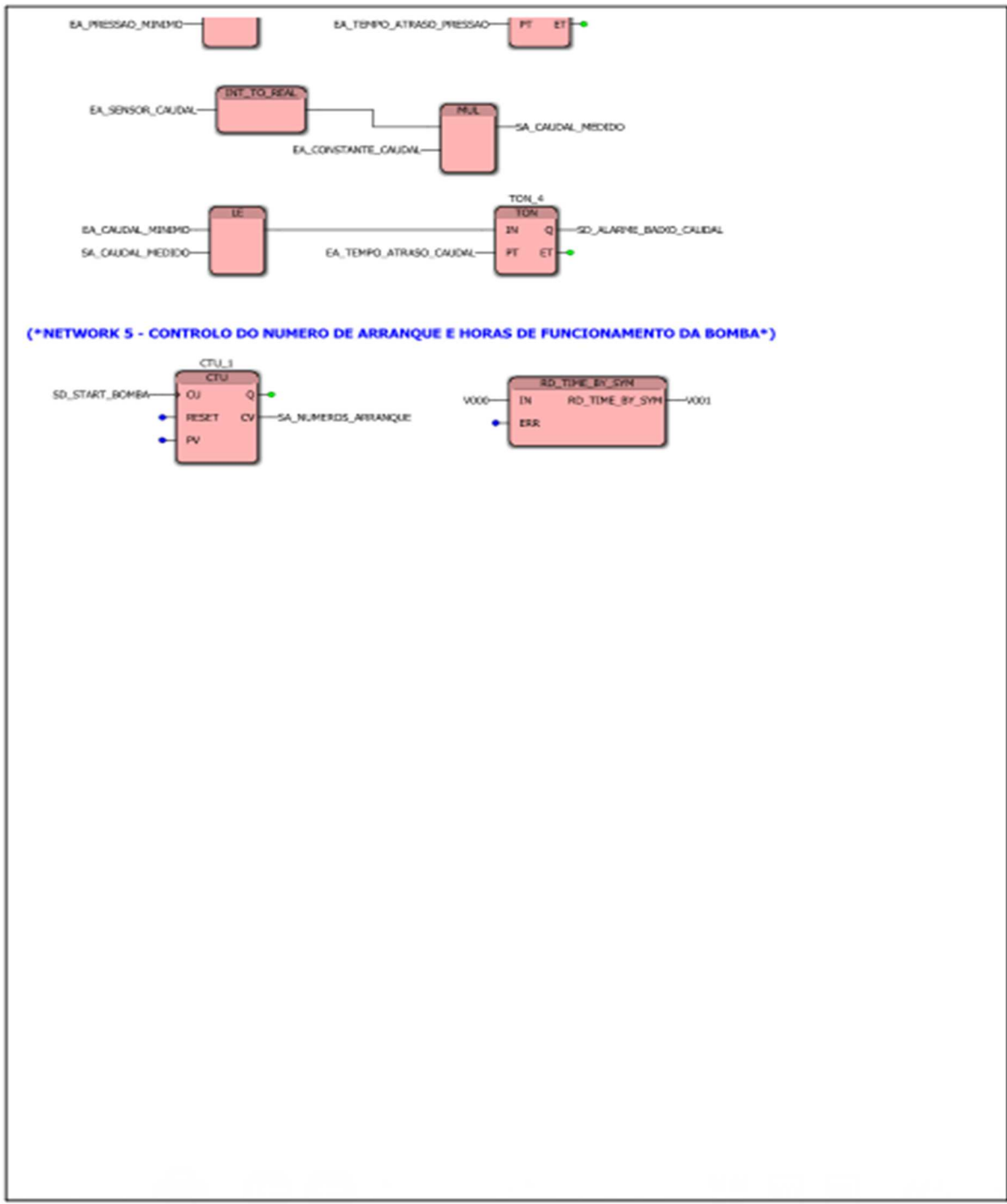


Figura 4-24 - Programa para PLC da Estação de Bombagem Parte 1



PC WORX	Phoenix Contact GmbH & Co. KG Flachsmarktstraße 8 32825 Blomberg Germany	Sheet number 2
Current POU: WCAO_BOMBAGEM.ESTACAO_BOMBAGEM	PROJECTO_EB	This copy printed out at: 16/01/2021 13:32:19

Figura 4-25 - Programa para PLC da Estação de Bombagem Parte 2

4.6.1.3. Programa para o PLC no Controlo da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração

O programa para controlo de uma estação de bombagem com uma câmara de aspiração interligada é a combinação dos programas para controlo de reservatório e o programa do controlo da estação de bombagem, possuindo os seguintes tipos de variáveis consoante as descrições na Tabela 4-4.

Tipos de Variáveis			
Entradas		Saídas	
Analógicas	Digitais	Analógicas	Digitais
Nível Reservatório	Energia	Nível Medido	Alarme Energia
Caudal Entrada	Comunicação	Caudal Entrada Medido	Alarme Comunicação
Caudal Saída	Avaria Bomba	Totalizador Entrada	Alarme Nível Máximo
PH	Número Arranque	Caudal Saída Medido	Alarme Nível Mínimo
ORP	Horas Funcionamento	Totalizador Saída	Alarme PH Mínimo
Condutividade	Arrancar Bomba	PH medido	Alarme PH Máximo
Pressão Bombagem	Parar Bomba	ORP. Medido	Alarme ORP Mínimo
Caudal Bombagem	Bomba Funcionamento	Condutividade Medido	Alarme Condutividade Máxima
	Bomba Parado	Horas Funcionamento	Alarme Condutividade Mínima
		Número Arranques	Arrancar Bomba
		Pressão Medido	Alarme Baixa Pressão
		Caudal Medido	Alarme Manutenção
		Totalizador Bombagem	Alarme Energia
			Alarme Caudal Baixo
			Paragem Bomba

Tabela 4-4 – Variáveis do Programa da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração

No controlo da estação de bombagem com câmara de aspiração acoplada, usa-se PLC ILC 131 EHT, em semelhança as outras instalações a quantidade de entradas e saídas diretas existentes são insuficientes comparadas às quantidades das variáveis, nesse caso a instalação terá de igual modo módulos multifuncional interbus, de entradas e saídas analógica e de entradas e saídas digitais, possuindo as mesmas características que os módulos utilizados nas instalações anteriores.

Posteriormente inicia-se a elaboração do programa, que é uma combinação dos modelos dos programas duas instalações anteriores possuindo as networks:

- **Network 0**, responsável por verificar e indicar o modo de funcionamento da instalação, remoto (automático ou manual) ou local (manual ou automático).
- **Network 1**, faz o controlo do acionamento do botão de emergência e da energia na instalação, que consistem nas entradas digital proveniente dos equipamentos de controlo proposto para a instalação, e geram alarme caso essas entradas sejam falsas.
- **Network 2**, faz controlo do nível de água no reservatório a partir de uma entrada analógica proveniente de um sensor de nível, através da implementação de todas as instruções, e conversões necessárias, gerando alarmes para nível mínimo e máximo.
- **Network 3**, responsável pelo controlo da quantidade de água fornecida através de caudal metros na entrada e saída do reservatório. A partir dos valores dos caudais medidos faz-se a instrução de integração gerando os respetivos totalizadores.
- **Network 4**, responsável pelo controlo dos parâmetros (pH, ORP e condutividade) da qualidade de água, através das entradas analógicas provenientes do kit de medição. A partir dos valores medidos é definido os alarmes para cada um dos parâmetros do controlo da qualidade de água.
- **Network 5**, onde se encontra implementada as condições para verificar a avaria da bomba, caso se verifica gera alarme impossibilitando o acionamento da bomba.
- **Network 6**, consiste na implementação das instruções para o acionamento da bomba no modo de funcionamento remoto e manual. O acionamento só é possível caso se todas as condições para o coreto e seguro funcionamento, de entre estas condições se destacam, o botão de emergência inibido e os alarmes de nível de bombagem e avaria da bomba.
- **Network 7**, nesta secção faz-se o controlo dos parâmetros da bombagem, o caudal de água bombada e a pressão do funcionamento da bomba, gerando alarmes casos alguns desses parâmetros encontram-se fora dos limites pré-estabelecidos.
- **Network 8**, é responsável por fazer o controlo do número de arranque da bomba bem como as horas de funcionamento, gerando o alarme para a próxima manutenção da bomba.

O programa para o PLC desenvolvido é apresentado nas Figura 4-26, Figura 4-27 e Figura 4-28.

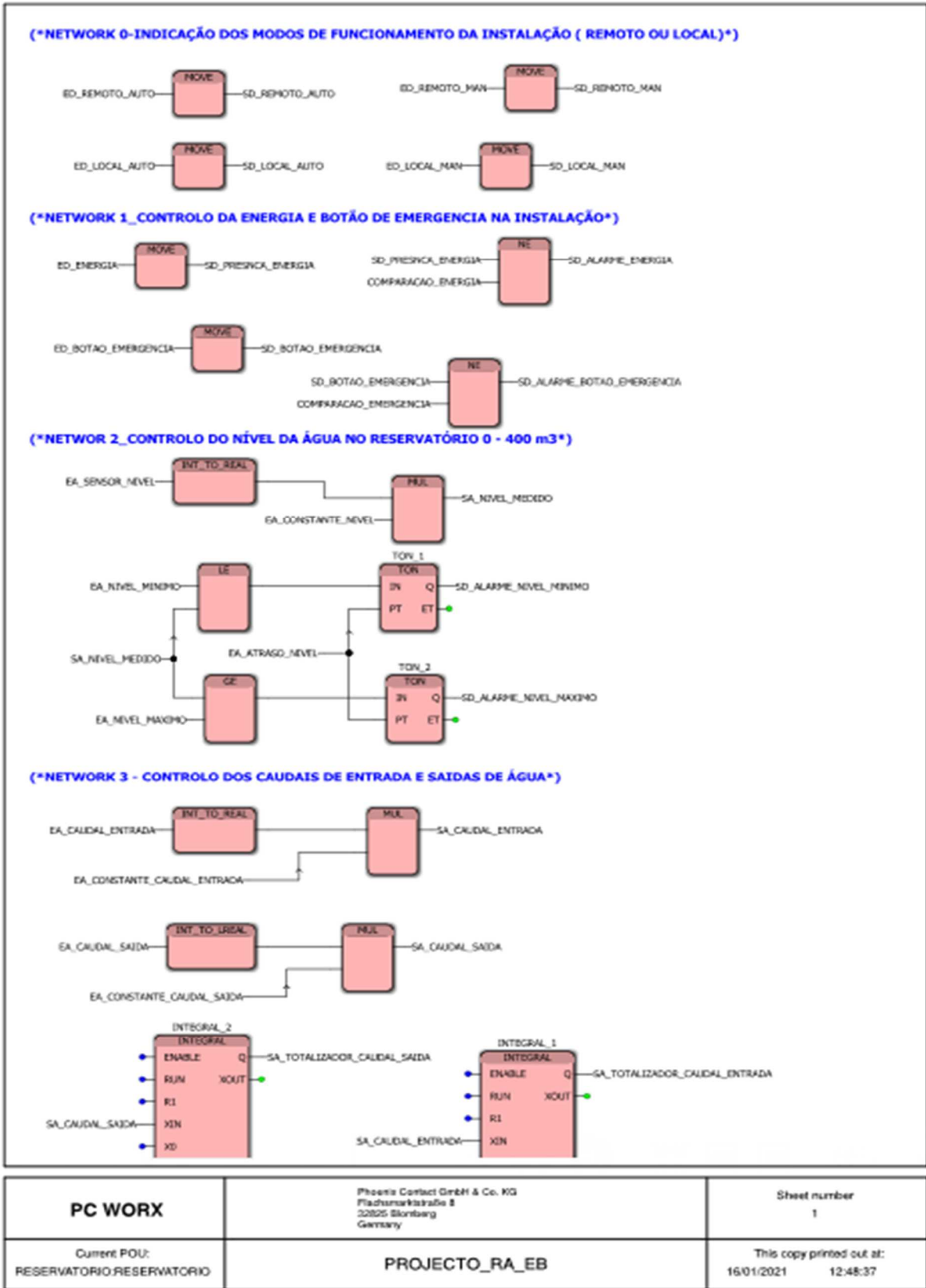
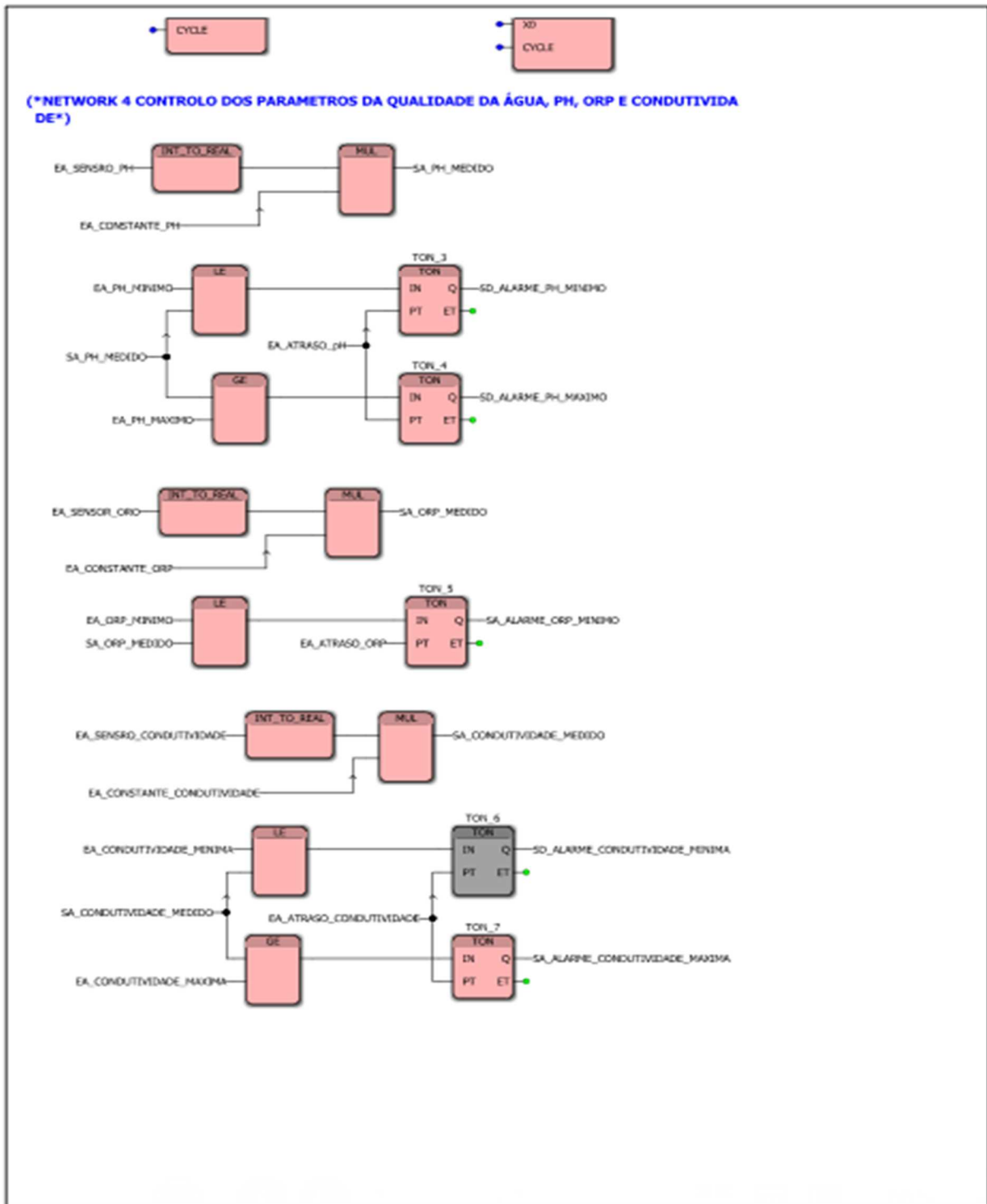
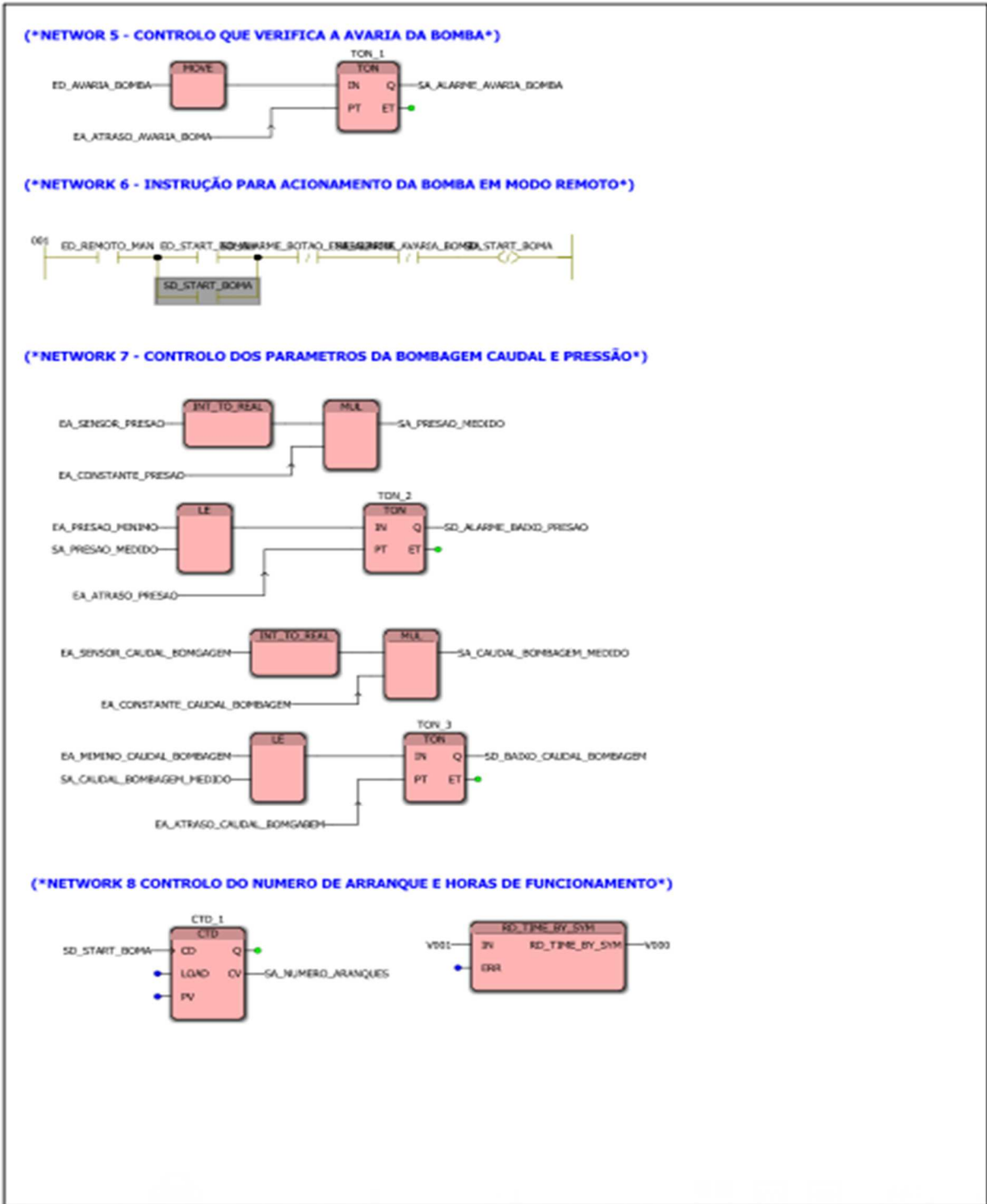


Figura 4-26 - Programa para PLC da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Pate 1



PC WORX	Phoenix Contact GmbH & Co. KG Fischmarktstraße 8 32825 Blomberg Germany	Sheet number 2
Current POU: RESERVATORIO.RESERVATORIO	PROJECTO_RA_EB	This copy printed out at: 16/01/2021 12:48:37

Figura 4-27 - Programa para PLC da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Parte 2

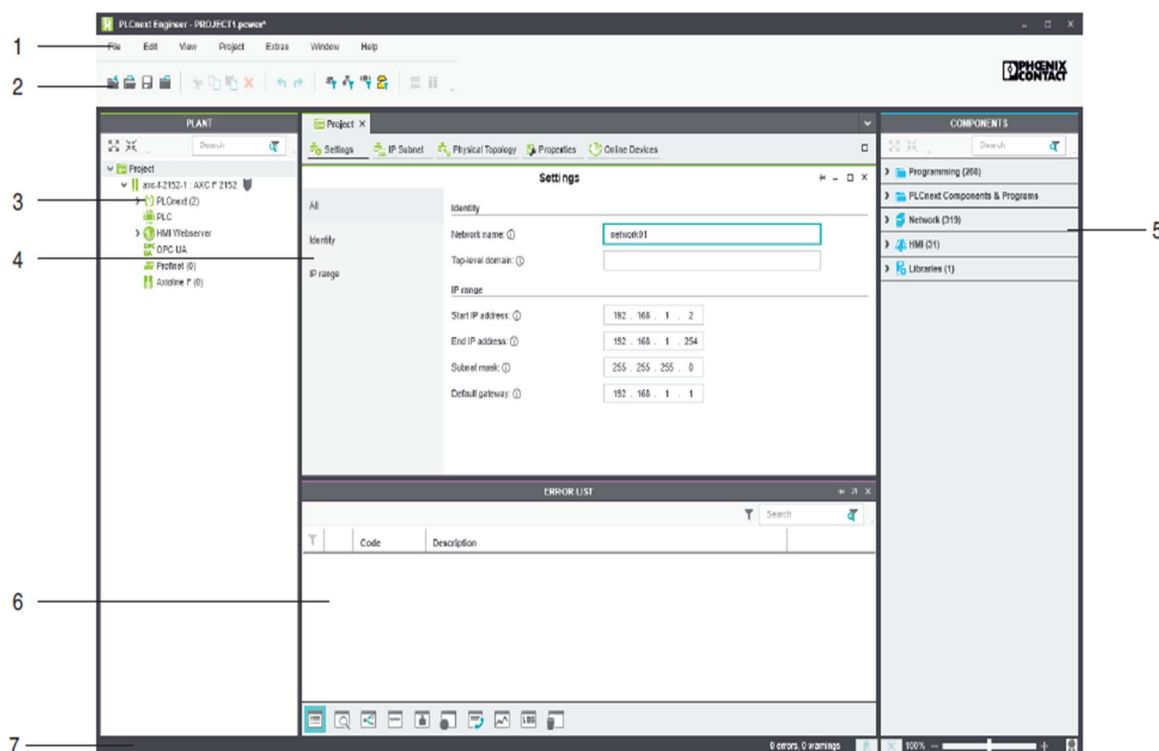


PC WORX	Phoenix Contact GmbH & Co. KG Flachsmarktstraße 8 32825 Blomberg Germany	Sheet number 1
Current POU: TACAO_BOMBAGEM.ESTACAO_BOMBAGEM	PROJECTO_RA_EB	This copy printed out at: 16/01/2021 13:13:51

Figura 4-28 - Programa para PLC da Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Parte 3

4.6.2. Programação do PLC de Gestão (PLCnext)

Os PLC de gestão (PLCnext) da Phoenix Contact proposto, podem ser programados para funcionar como PLC local e ou PLC de gestão, mas nesse projeto irá funcionar apenas para fazer a gestão das unidades locais. O PLCnext é programado com recurso ao software PLCnext Engineer, Figura 4-29.



1 – Barra de Menu 2 – Barra de Ferramentas 3 – Área de PLANT 7 – Barra de Status
4 – Área de Editores 5 – Área de Componentes 6 – Área de Funções Cruzadas

Figura 4-29 – Interface do utilizador do PLCnext Engineer, [10]

Inicialmente antes da elaboração de um programa para o PLCnext é necessário fazer algumas pré-configuração do mesmo, que se seguem:

- Definição das configurações do IP, isto é o intervalo dos endereços IP do projeto e definição manual do IP do PLC de gestão, Figura 4-30 e Figura 4-31.

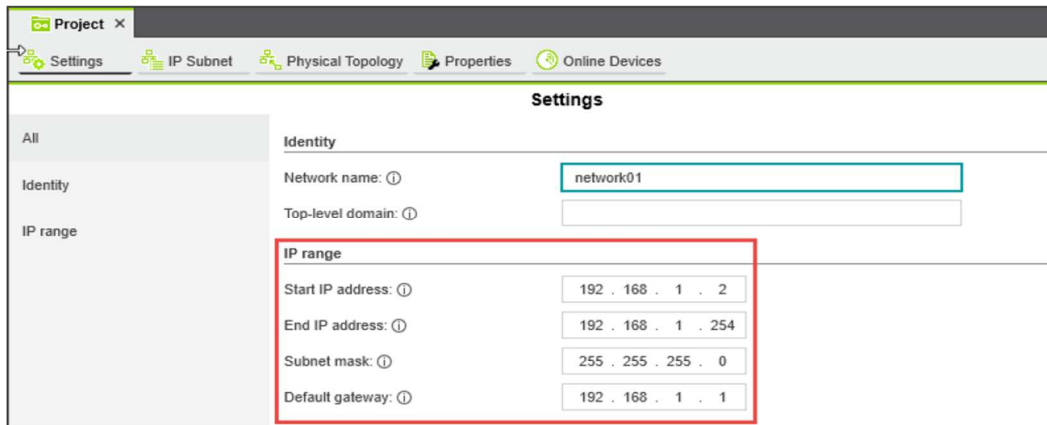


Figura 4-30 – Configuração dos Intervalos do IP

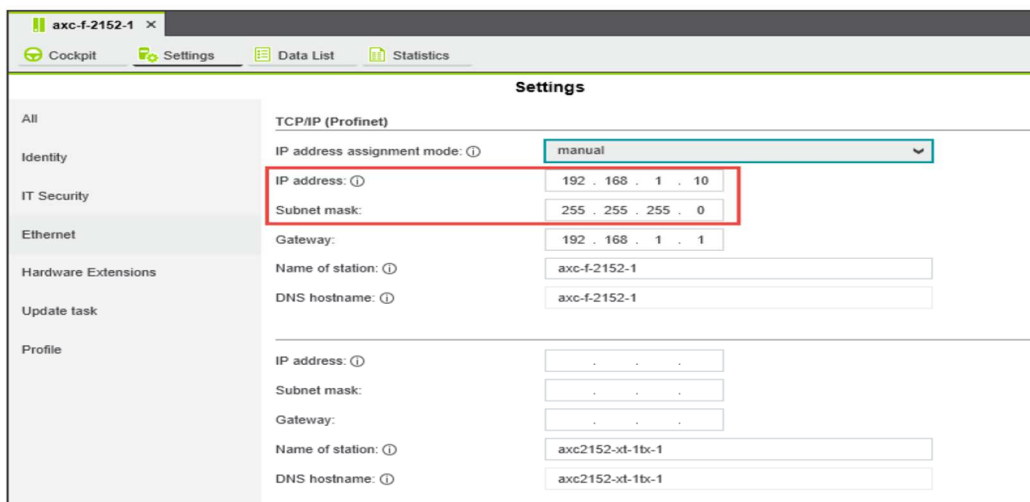


Figura 4-31 – Configuração Manual do IP

- Configuração dos parâmetros da comunicação do PLCnext com o PLC Engineer; Figura 4-32.

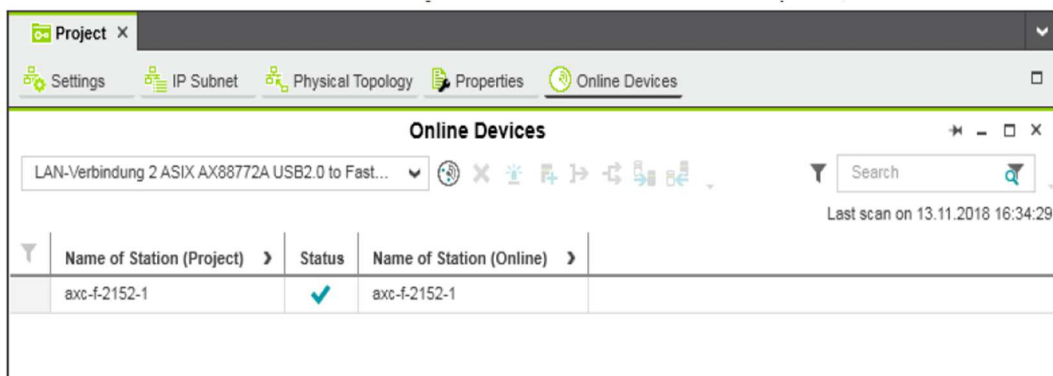


Figura 4-32 - Atribuição com sucesso do controlador configurado a um dispositivo online

- Configuração dos módulos Axioline F; Figura 4-33.

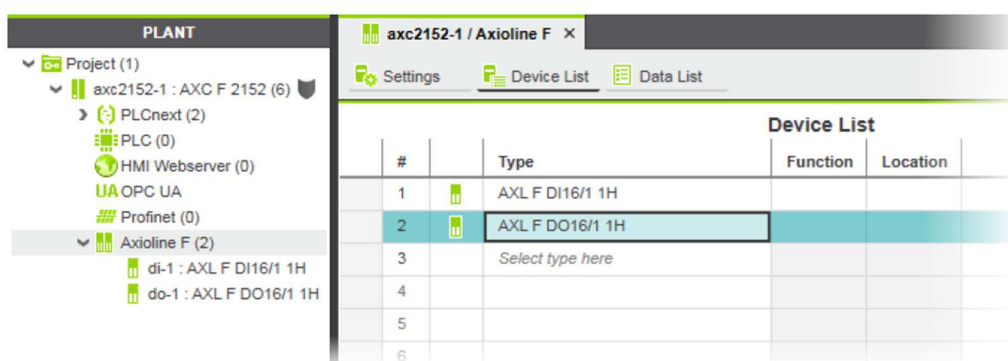


Figura 4-33 – A dição dos Módulos Axioline F na área PLANT e na lista de dispositivos

- Configuração dos dispositivos PROFINET, Figura 4-34.

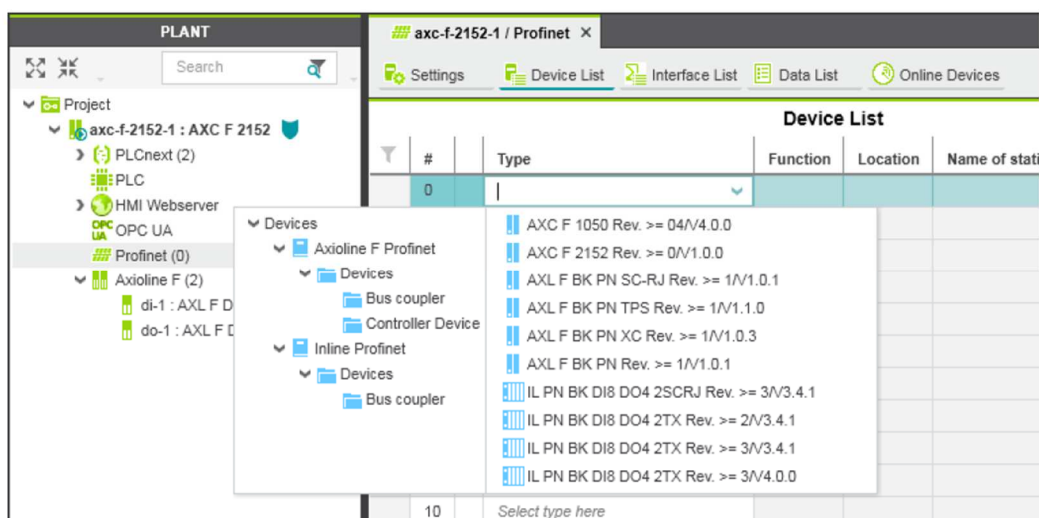


Figura 4-34 – Seleccionador de função para dispositivos PROFINET

Após as pré-configurações iniciais do PLCnext, faz-se a elaboração do programa para o controlo da zona. Partindo do princípio que existe um PLC de gestão por cada zona foi desenvolvido um programa constituído por três subprogramas com a finalidade de supervisionar três tipos de locais diferentes de uma zona, isto é, reservatórios de água, estações de bombagens e estações de bombagem com camara de aspiração acoplado.

O PLCnext Engineer apresenta uma diversidade de linguagens de programação, nomeadamente texto estruturado (ST), esquema de contactos (KOP/LD), Linguagem do módulo funcional (FBS/FBD) entre outras. Para elaboração dos programas em questão em semelhança ao programa para PLC local optou-se por trabalhar com a linguagem do módulo funcional.

4.6.2.1. Subprograma para Controlo do Reservatório de Água

O subprograma elaborado é apresenta nas **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e Figura 4-36 e é constituído pelos seguintes networks:

- **Network 0**, monitoriza as informações sobre a presença ou falha de energia e acionamento de botão de emergência na instalação.
- **Network 1**, monitoriza os modos de funcionamento da instalação.
- **Network 2**; faz a monitorização da água no reservatório, nível de água, e os alarmes dos níveis mínimo e máximo.
- **Network 3**, monitoriza o caudal da água que saída e entrada no reservatório bem como os respetivos totalizadores.
- **Network 4**, faz a monitorização dos parâmetros da qualidade de água no reservatório, PH, ORP e condutividade.

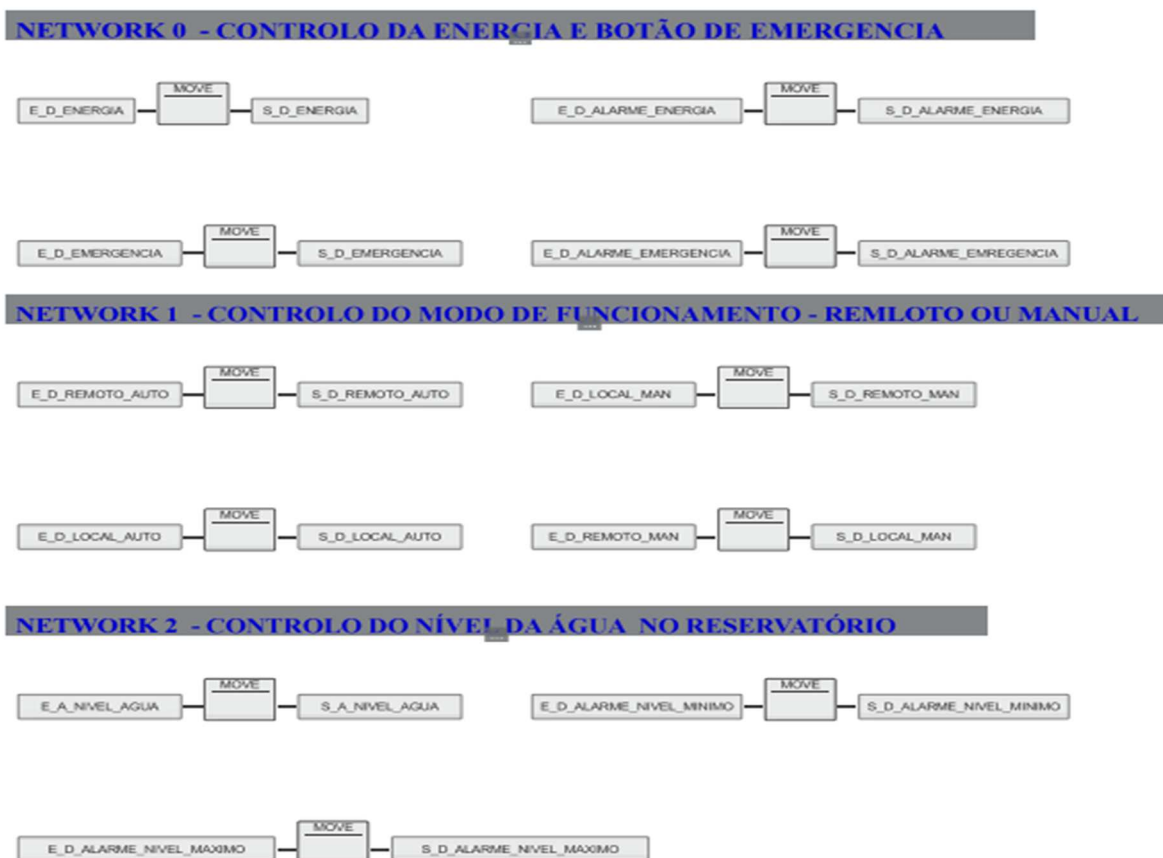
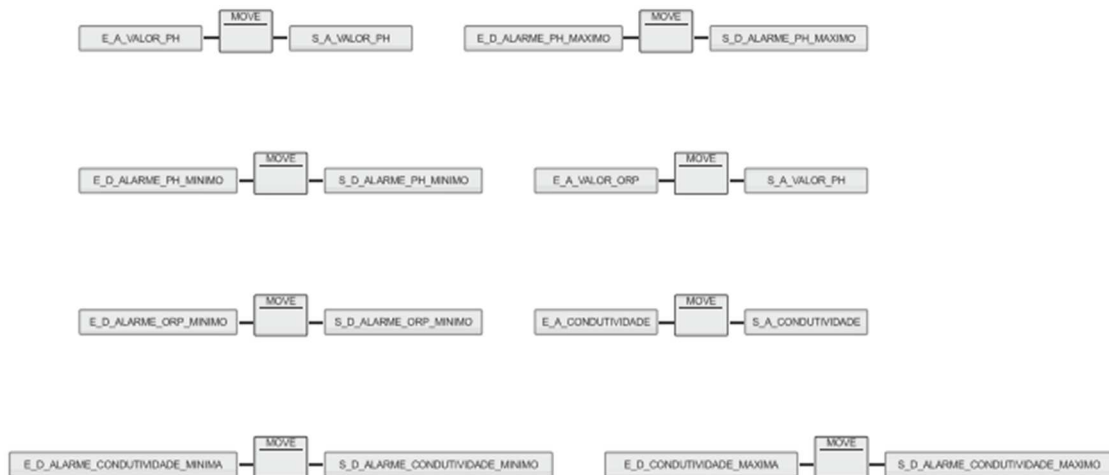


Figura 4-35.- Subprograma parte 1 para controlo do Reservatório de Água

NETWORK 3 - CONTROLO DOS CAUDAIS DE ENTRADA E SAIDA



NETWORK 4 - CONTROLO DOS PARAMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA




	PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG Flachsmarktstraße 8 32825 Blomberg, Germany	PLCNEXT-PROJETO
		PLCnext Engineer

Figura 4-36- Subprograma parte 2 para controlo do Reservatório de Água

4.6.2.2. Subprograma para o Controlo da Estação de Bombagem

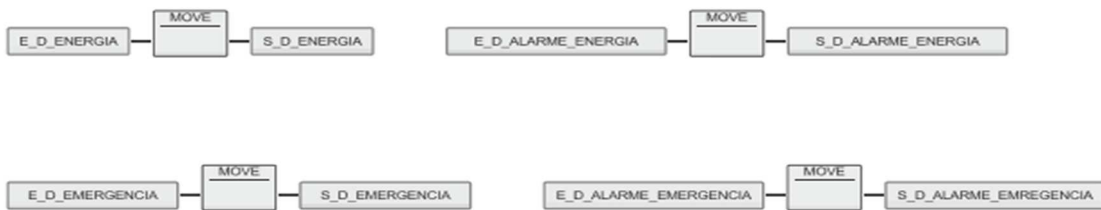
O subprograma elaborado é apresentada nas Figura 4-37 e Figura 4-38, e é constituído pelos seguintes networks:

- **Network 0**, monitoriza o modo de funcionamento da instalação (manual ou automático).
- **Network 1**, monitoriza a falha ou presença de energia e o acionamento do botão de emergência.
- **Network 2**, monitoriza o acionamento da eletrobomba em modo manual e remoto.
- **Network 3**, monitoriza os parâmetros de funcionamento da bomba, avaria caudal, pressão, horas de funcionamento, número de arranque e manutenção.

NETWORK 0 - CONTROLO DOS MODOS DE FUNCIONAMENTO



NETWORK 1 - CONTROLO DA ENERGIA E BOTÃO DE EMERGENCIA

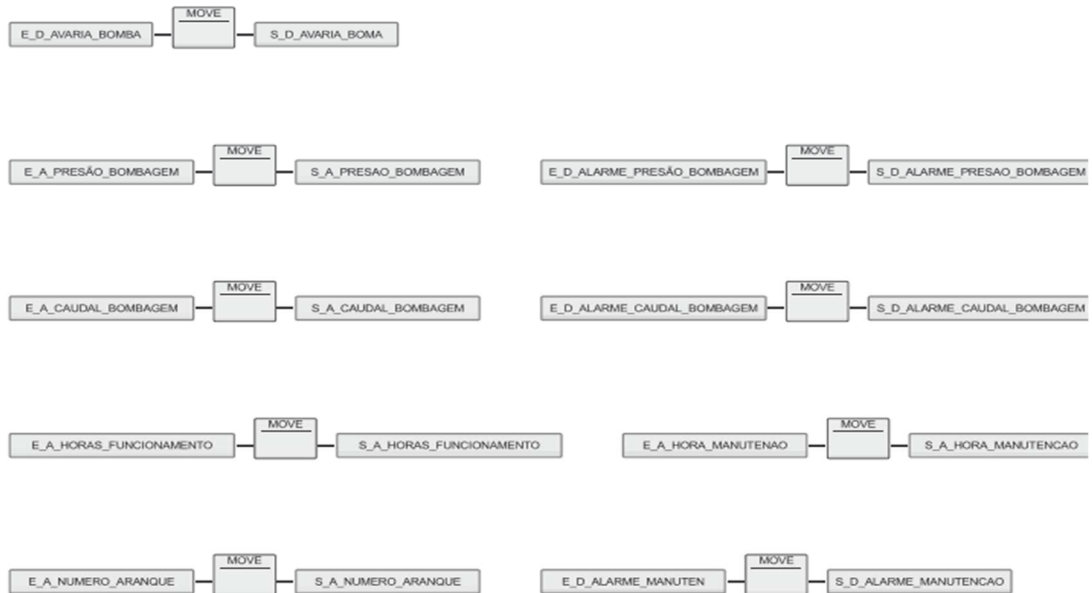


NETWORK 2 - CONTROLO DA AVARIA DA BOMBA E ACIONAMENTO REMOTO



Figura 4-37 - Subprograma parte 1 para controlo da estação de bombagem

NETWORK 3 - CONTROLO DOS PARAMETROS DE FUNCIONAMENTO




 PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG Flachsmarktstraße 8 32825 Blomberg, Germany	PLCNEXT-PROJETO
	PLCnext Engineer

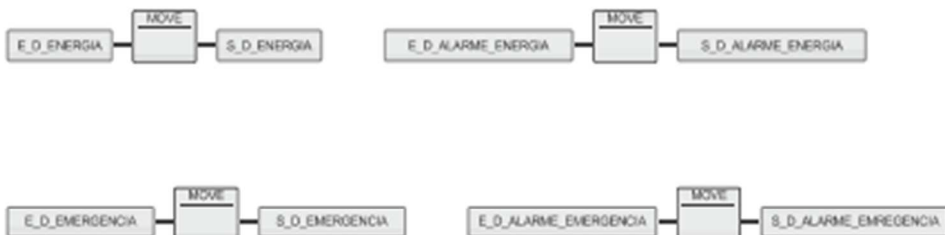
Figura 4-38 - Subprograma parte 2 para controlo da estação de bombagem

4.6.2.3.Subprograma para o Controlo da Estação de Bombagem com Camara de Aspiração.

O subprograma elaborado é apresenta nas Figura 4-39 e Figura 4-40, e é constituído pelos seguintes networks:

- **Network 0**, monitoriza a falha ou presença de energia e o acionamento do botão de emergência na instalação, e os alarmes dos mesmos.
- **Network 1**, monitoriza os modos de funcionamento na instalação (remoto ou local).
- **Network 2**, monitoriza os níveis de água no reservatório, nível atual, mínimo e máximo e os respetivos alarmes.
- **Network 3**, monitoriza os caudais de entrada e saída de água que entre no reservatório bem como os totalizadores.
- **Network 4**, monitoriza os parâmetros da qualidade de água no reservatório, e os seus respetivos alarmes.
- **Network 5**, monitoriza o acionamento da eletrobomba em modo de funcionamento remoto manual.
- **Network 6**, monitoriza os parâmetros de funcionamento da eletrobomba, pressão, caudal, horas de funcionamento, número de arranque, avaria, e os seus respetivos alarmes.

NETWORK 0 - CONTROLO DA ENERGIA E EMERGENCIA



NETWORK 1 - CONTROLO DO MODO DE FUNCIONAMENTO



NETWORK 2 - CONTROLO O NIVEL DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO

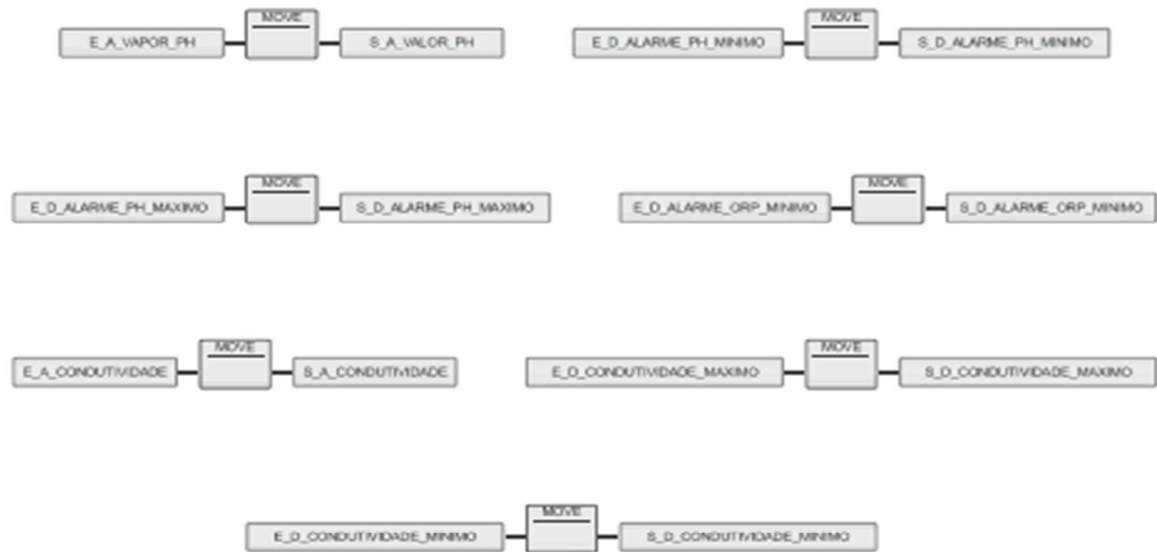


NETWORK 3 - CONTROLO DOS CAUDAIS DE ENTRADA E SAIDA



Figura 4-39 - Subprograma parte 1 para controlo da estação de bombagem com camara de aspiração

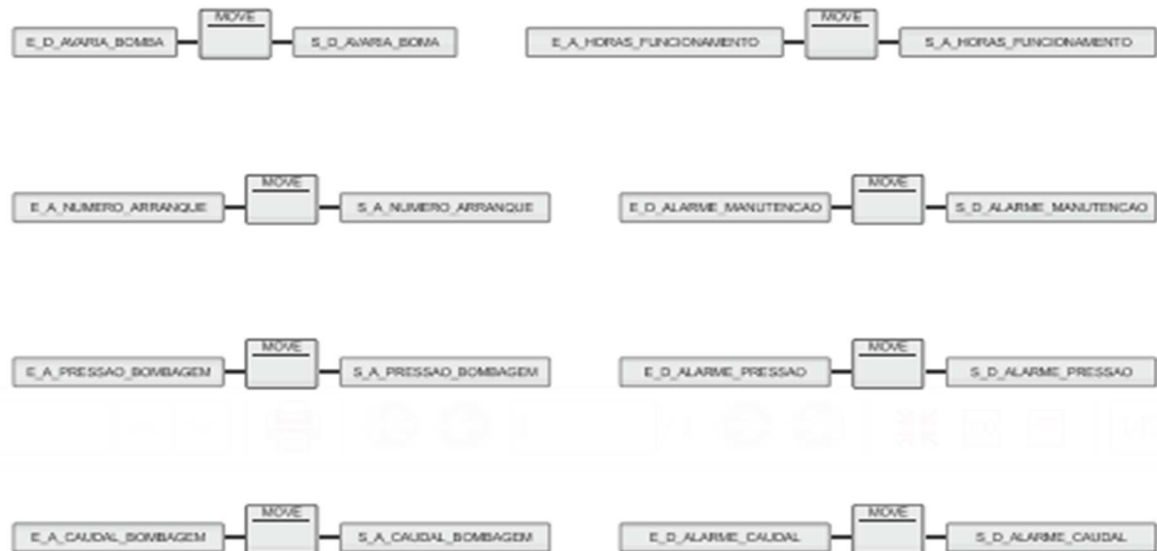
NETWORK 4 - CONTROLO DOS PARAMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA



NETWORK 5 - CONTROLO DE ACIONAMENTO DA BOMBA



NETWORK 6 - CONTROLO DOS PARAMETROS DA BOMBA




	PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG Flachsmarktstraße 8 32825 Blomberg, Germany	PLCNEXT-PROJETO
		PLCnext Engineer

Figura 4-40 - Subprograma parte 2 para controlo da estação de bombagem com camara de aspiração

4.6.3. Layouts Computacionais

4.6.3.1. Layout para Sistema de Supervisão - SCADA

Após a implementação dos programas para a unidades de locais e unidade de zonas, foram desenhadas as interfaces gráficas de cada instalação utilizando o software VISU+2.52.

Neste trabalho não se pretende efetuar uma descrição pormenorizada da aplicação nem do seu funcionamento em termos de programação e configurações, porém vão ser desenvolvidos vários conjuntos de funcionalidades e ecrãs tendo em vista a agregação de informação proveniente das instalações a monitorizar e controlar.

Na implementação do software de supervisão serão criados os seguintes layouts:

- _ Layout principal: Sinóptico de arranque da aplicação com ligação a todos os outros sinópticos.
- _ Layout do Sistema Norte: Sinóptico da estrutura do sistema norte, com todas as instalações no mesmo layout, possibilitando visualizar o funcionamento genérico de todas as instalações.
- _ Layout individual: Sinóptico de cada instalação, possibilita a visualização detalhada do estado de todas as variáveis.
- _ Layout de controlo ON/OFF: menu que possibilita comandar cada uma das estações, possibilitando, parar ou arrancar bombas remotamente.
- _ Layout de histórico de alarmes: Permite consultar os alarmes ocorridos nas estações.
- _ Layout de relatórios de consumos: Permite a geração de relatórios dos consumos medidos por estação, dos níveis máximos e mínimos da água, PH, OPR e condutividade.

Para o desenvolvimento dos sinópticos foi tomada como referência as estruturas hidráulicas das instalações de modo a tentar reproduzir com fiabilidade a realidade existente, de forma a destacar a informação mais importante, prevê-se a utilização de mudança de cor e animação nos layouts.

No Apêndice I deste trabalho encontram-se apresentados os layouts desenvolvidos.

4.6.3.2. Layouts para as Interface Homem Máquina - HMI

As aplicações para os HMI da Phoenix Contact, podem ser feitas com recurso aos softwares, VISU+, WebVisit bem como para aplicações HTML5. Neste trabalho utilizou-se a WebVisit, pois está vai mais de encontro com o que se pretende realizar.

O WebVisit Figura 4-41, software usado para gerenciar sites. O componente responsável pela execução do software é um servidor web, que é armazenado no sistema de controlo do PLC ILC 131 ETH.

O software é usado para visualizar as variáveis globais do controlador Inline usado em PC WORX. Para visualizar as variáveis do projeto no WebVisit, é necessário ativar o parâmetro PDP (Process Data Point) na configuração das mesmas no PC WORX.

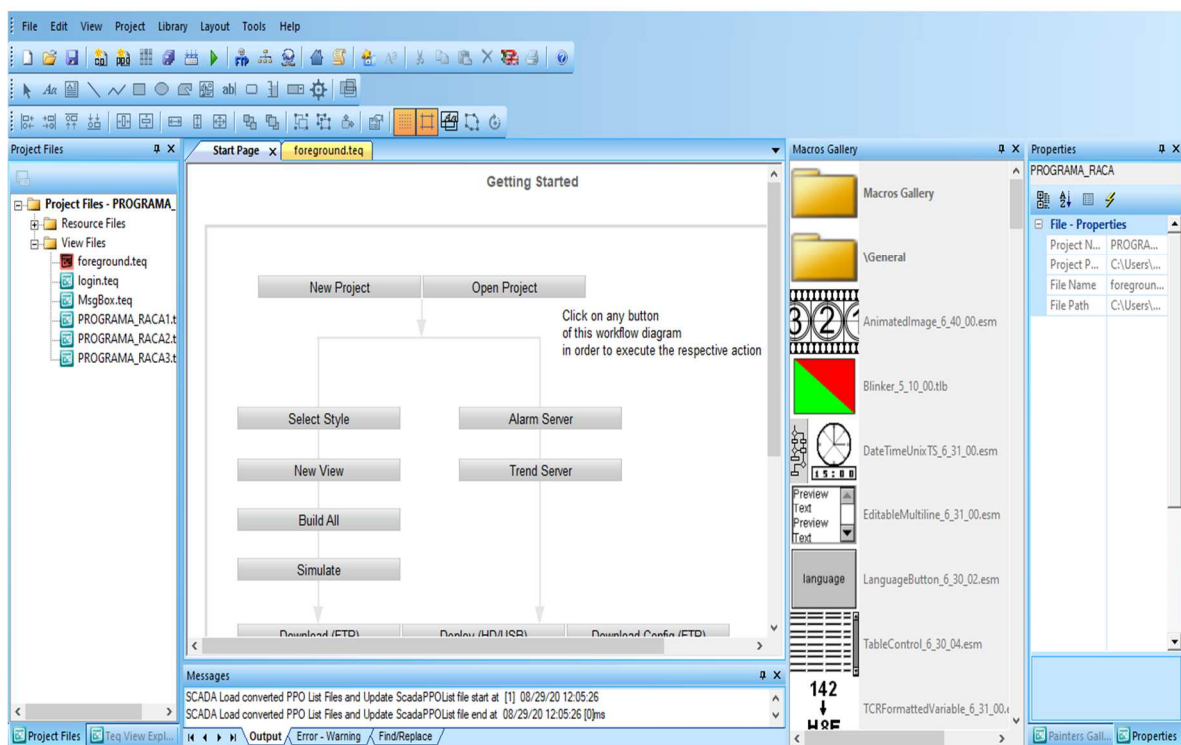


Figura 4-41 - Imagem da interface do utilizador da WebVisit

No processo da implementação dos layouts para as HMI, inicialmente, é necessário fazer algumas configurações dos parâmetros no menu de configuração do programa que se seguem:

Na tela “Project Configurations”, no item “Runtime Configurations”, campo “Client Technology”, utiliza-se o HTML5 para a maior compatibilidade com os demais dispositivos de acesso, nesta tela também se verifica o tempo de atualização da página WEB, Figura 4-42 e Figura 4-43.

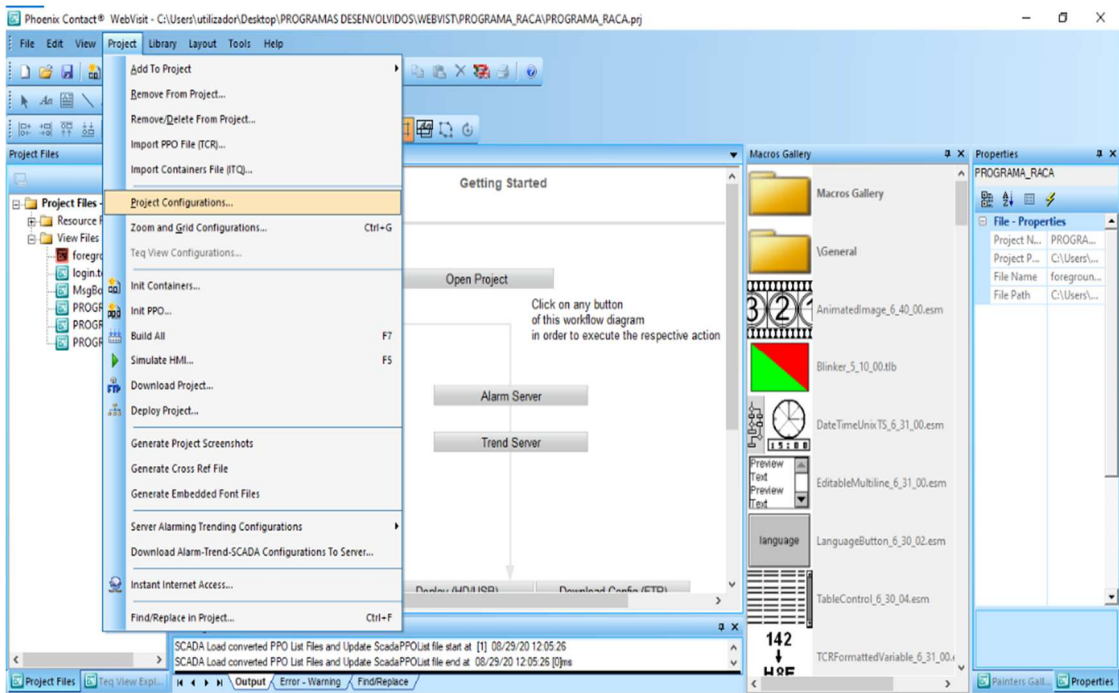


Figura 4-42 - Acesso ao Configuração do Projeto do WebVisit

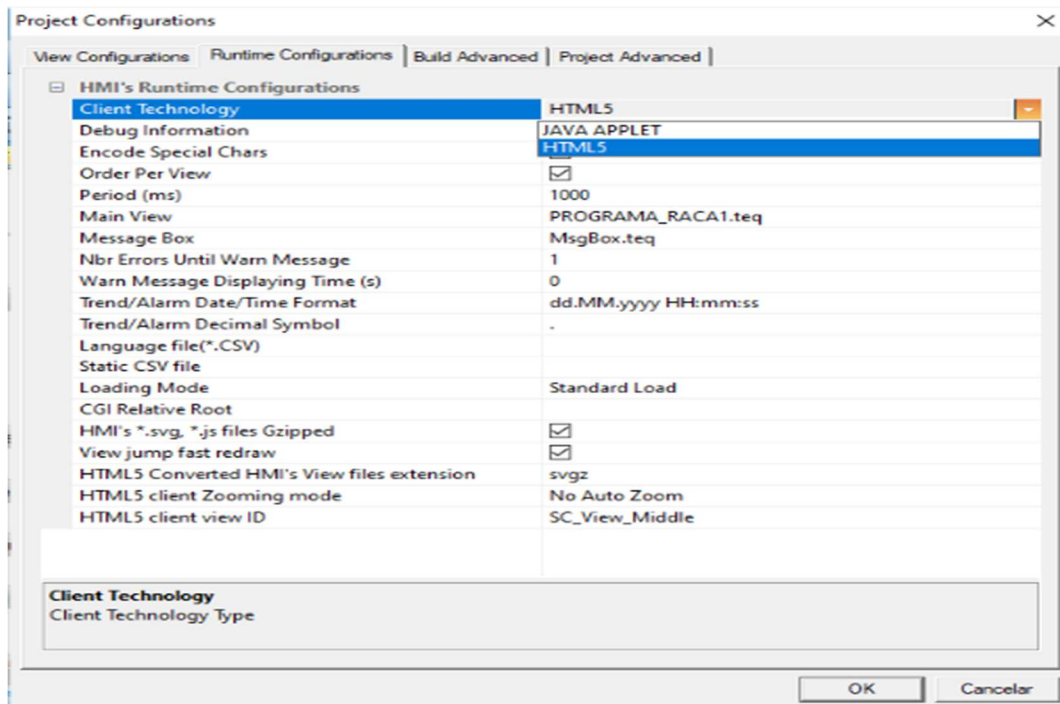


Figura 4-43 - Configuração do Projeto do WebVisit

- Em seguida, no item “Project Advanced” importou-se as variáveis do projeto no PC WORX, Figura 4-44.

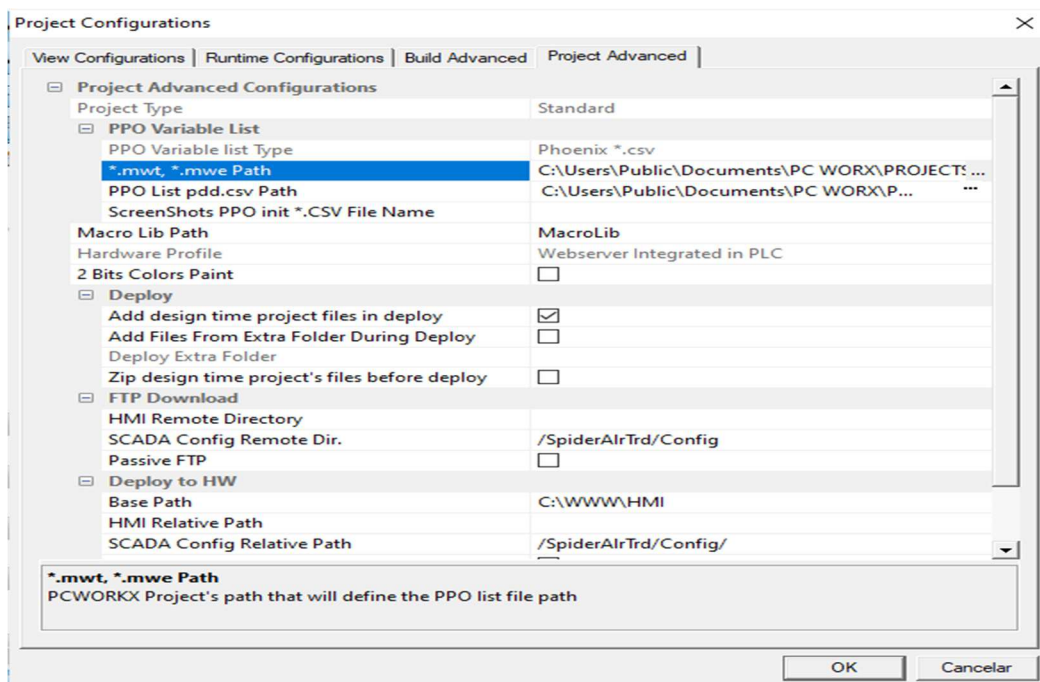


Figura 4-44 – Configuração do Projeto, importação das variáveis

4.6.3.2.1. Layouts para HMI a Instalar no Reservatório de Água

A aplicação para o HMI instalado num reservatório de água foi dividido em menus de forma a facilitar a compreensão por partes dos utilizadores:

- Layout inicial que apresenta uma visão geral da instalação e que permite aceder a todos os restantes menus.
- Layout da qualidade e quantidade da água, apresentando os parâmetros da água (pH, ORP e Condutividade), os caudais de entrada e saída com os respetivos totalizadores, e o nível de água no reservatório.
- Layout de Alarmes, que disponibiliza os alarmes ativos na instalação.

Posteriormente, iniciou-se a criação dos layouts, o primeiro passo foi criar os ecrãs necessários e configurar os *templates* (modelos) a utilizar. Após isso, criou-se o *login* de administrador e configuraram-se as devidas permissões.

Os layouts estão apresentados no apêndice II, devidamente explicados.

4.6.3.2.2. Layouts para HMI a Instalar na Estação de Bombagem

A aplicação para o HMI a instalar numa estação de bombagem, foi criado seguindo os mesmos procedimentos aplicados na elaboração do programa a instalar no HMI num reservatório de água, isto é inicialmente foi configurado alguns parâmetros no menu de configuração do Web Visit, nomeadamente importação das variáveis e a utilização do HTML5 para a maior compatibilidade com demais dispositivos de acesso e a também se verifica o tempo de atualização da página WEB.

À semelhança do programa anterior, este é dividido em layouts de forma a facilitar a compreensão por partes dos utilizadores:

- Layout inicial que apresenta uma visão geral da instalação e que permite a cessar a todos os restantes menus.
- Layout das eletrobombas 1, 2 e 3 que apresentam os parâmetros referente ao funcionamento e os alarmes e avarias das mesmas.

No Apêndice II estão todos os layouts desenvolvidos devidamente explicados.

4.6.3.2.3. Layouts para HMI a Instalar na Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração Acoplado

A aplicação para o HMI a instalar numa estação de bombagem com câmara de aspiração, é baseado nas duas aplicações apresentadas anteriormente, e foi elaborada seguindo os mesmos critérios anteriores.

Da mesma forma que os dois programas anteriores, esta também se encontra dividido em layout que se seguem abaixo:

- Layout inicial, que apresenta uma visão geral da instalação, e que permite acesso aos outros menus.
- Layout da câmara de aspiração, apresentando os parâmetros do nível da água na mesma, os caudais de saída e entrada e os parâmetros da qualidade da água.
- Layout da estação de bombagem, onde são apresentados os parâmetros referentes ao funcionamento das eletrobombas da estação.

No apêndice II, estão todos os layouts devidamente explicados.

4.6.4. Simulações Desenvolvidos

Com a finalidade de testar as funcionalidades do sistema de telegestão desenvolvido, nomeadamente os programas para os PLCs local e de zona, os layouts computacionais para o HMI e sistema de supervisão (SCADA) e as redes de comunicação, foram elaboradas algumas simulações. Essas simulações foram divididas nas seguintes etapas:

1. **Etapa 1**, simulação da instalação a monitorizar (reservatório de água) com recurso ao software Factory I/O, Figura 4-45.

O Factory I/O é uma simulação 3D da empresa **Realgames** desenvolvido para aprender tecnologias de automação. Projetado para ser fácil de utilizar, permite construir rapidamente uma instalação virtual usando uma seleção de peças industriais comuns.

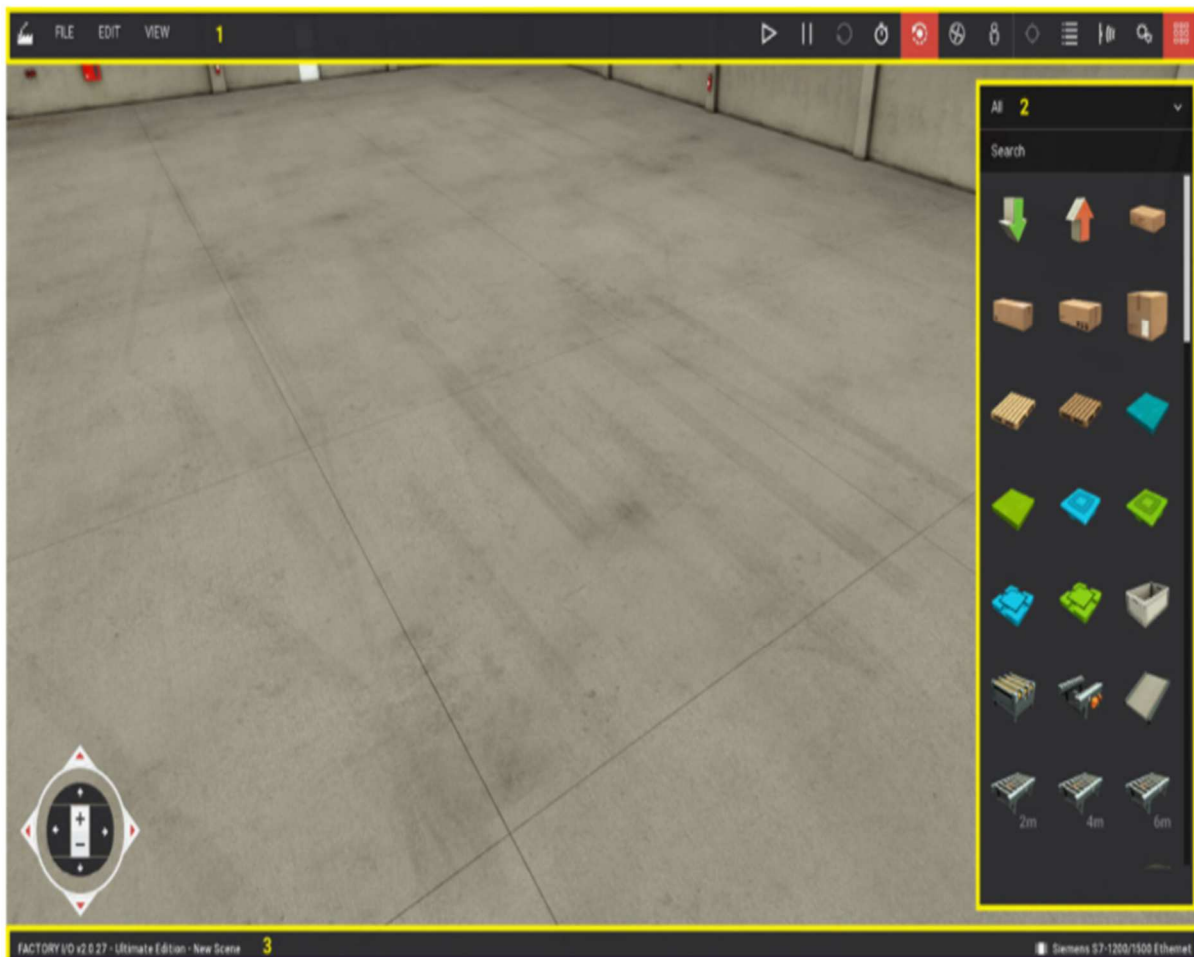


Figura 4-45 – Interface do Usuário do Factory I/O, [14]

A simulação consiste numa implementação 3D de uma instalação constituído por um reservatório de água, Figura 4-46.e um painel de controlo, onde é possível simular os seguintes parâmetros:

- 1) Os caudais da água de entrada e saída no reservatório.
- 2) A medição do nível atual da água e gerar alarmes para os níveis mínimo e máximo.
- 3) Simular a presença de energia na instalação e o modo de funcionamento através de introdução de atuadores.
- 4) Simular os parâmetros que controlam a qualidade da água através do uso de potenciómetros.

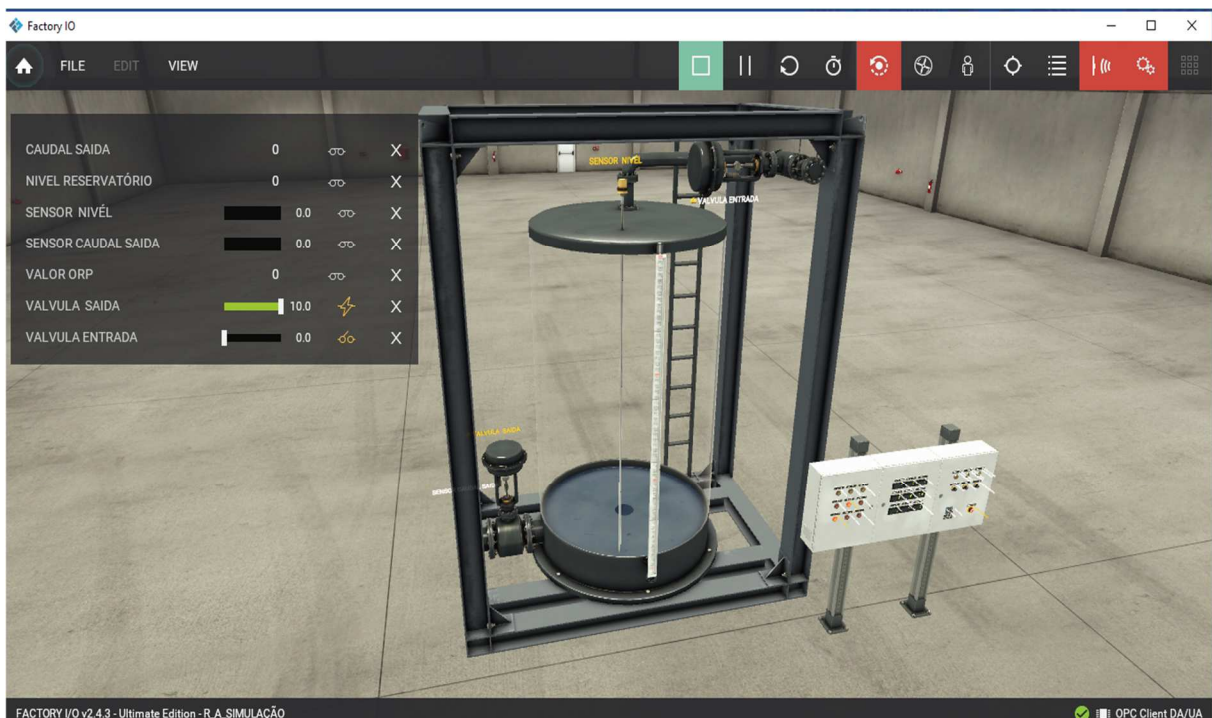


Figura 4-46 – Simulação de Reservatório de água

- **Etapa 2**, simulação da comunicação, transmissão e receção de dados entre o PLC local ILC 131ETH e o Factory I/O, via OPC UA (Pen Platform Communications Unified Architecture).

Antes de realizar a simulação deve ser verificado se no lado do PLC no PC Worx todas as variáveis a controlar estão configuradas com a opção OPC e o programa a controlar foi descarregado para PLC e configurar o OPC UA, consoante se pode verificar nas Figura 4-47, Figura 4-48 e Figura 4-49.

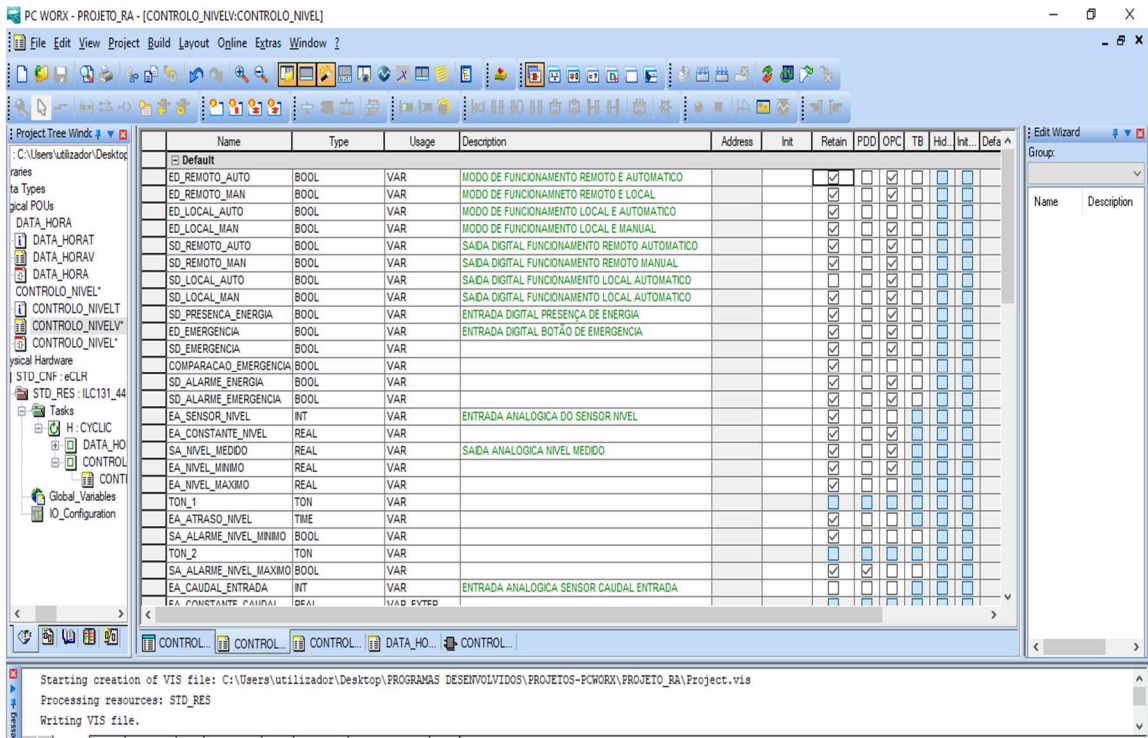


Figura 4-47 - Configuração das variáveis para OPC no PCWorx

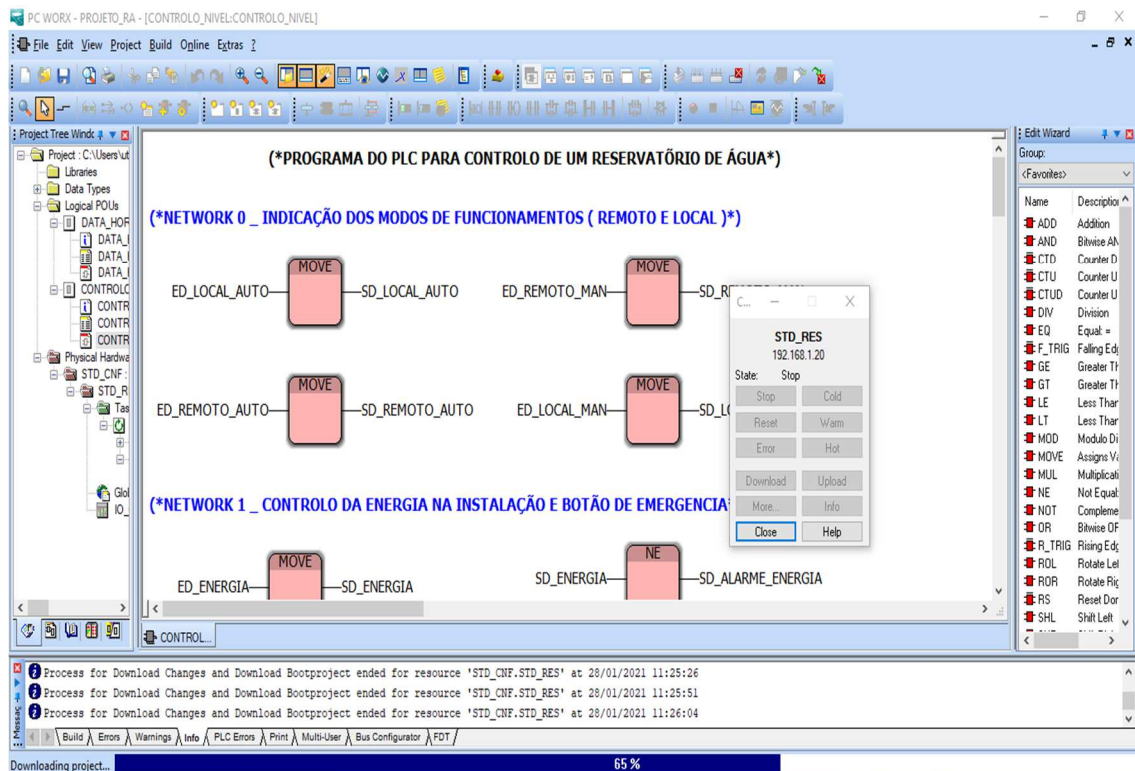


Figura 4-48 – Download do programa para o PLC ILC 131ETH, no PCWorx

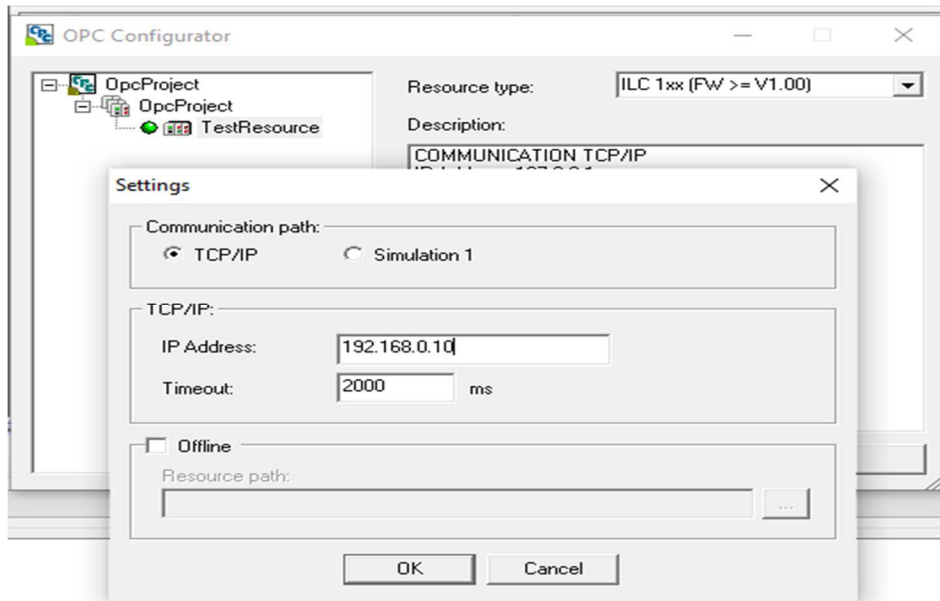


Figura 4-49 – Configuração do servidor OPC-DA

Apos as pré-configurações, no lado do Factory I/O faz-se a configuração do cliente OPC UA e as associações das variáveis a simular, como se pode verificar na Figura 4-50, e inicia-se a simulação Figura 4-51.

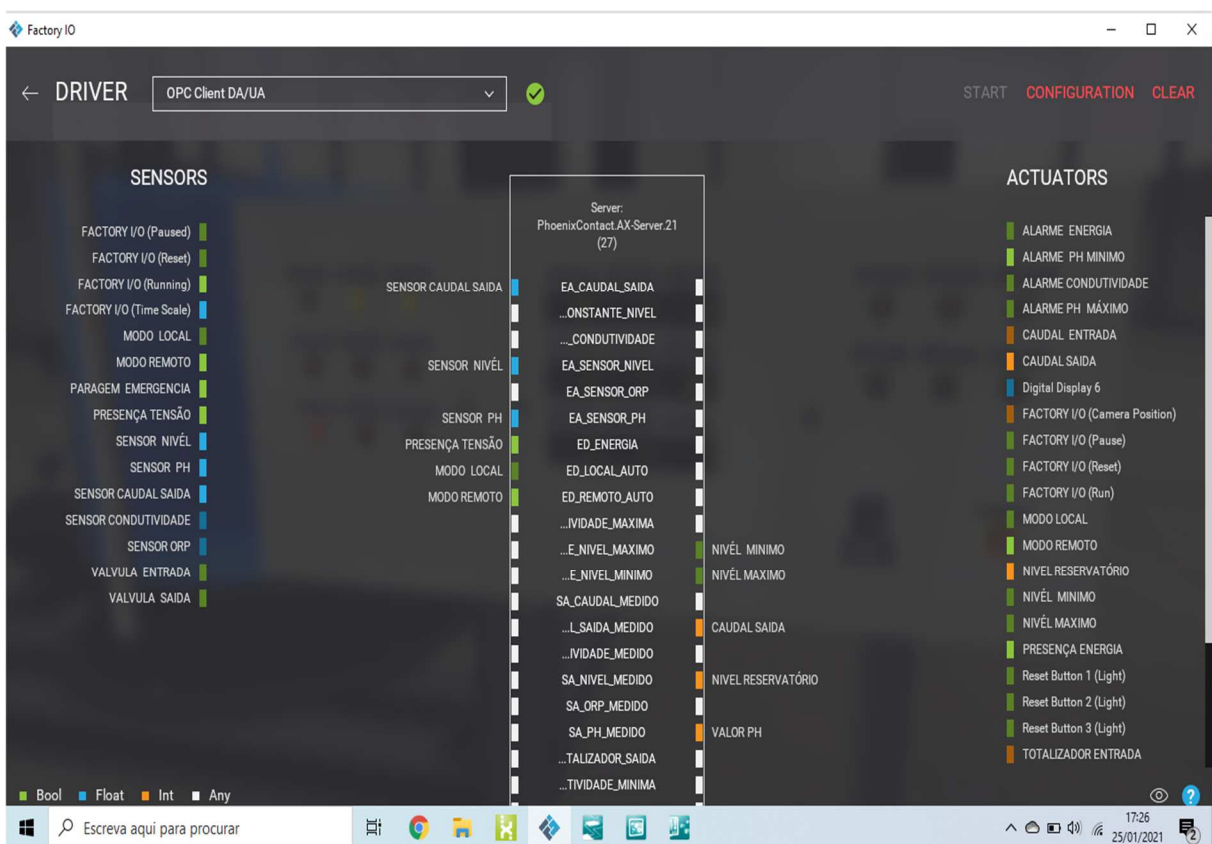


Figura 4-50 – Interligação entre as variáveis através do OPC no Factory I/O

Tendo o programa descarregado para o PLC ILC131 ETH, abre-se o navegador web e acede ao aplicação do HMI introduzindo a IP utilizado, 192.168.1.20 consoante as Figura 4-53, Figura 4-54 e Figura 4-55.

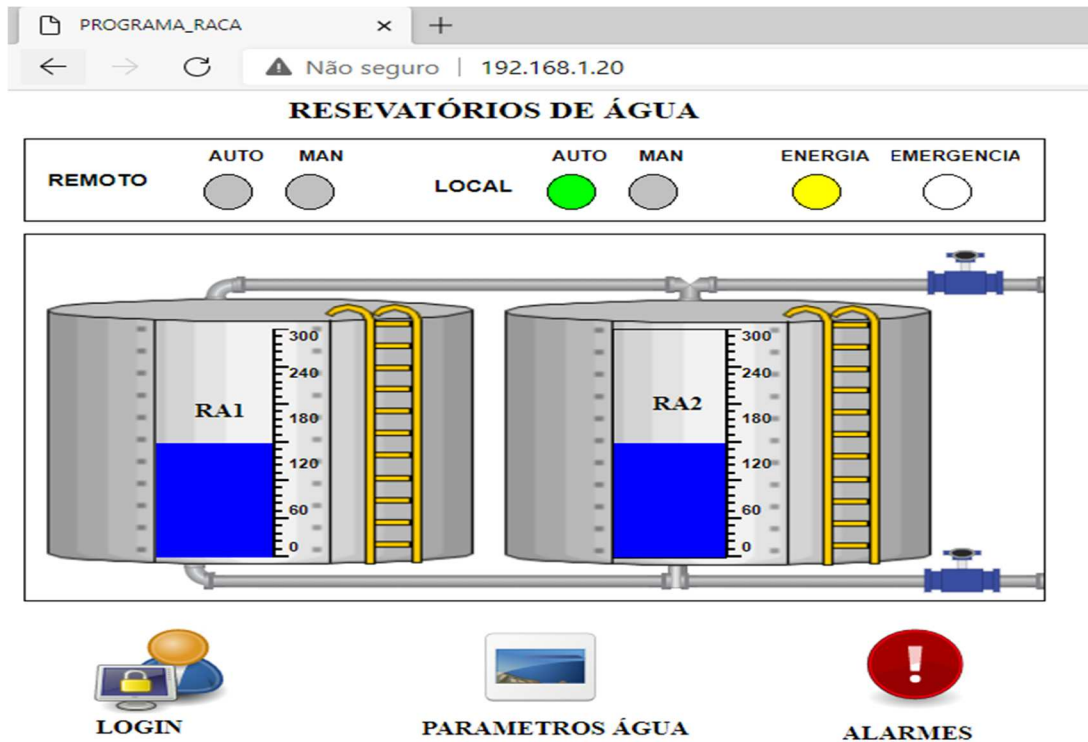


Figura 4-53 – Layout Inicial do Reservatório de água com as luzes indicadores

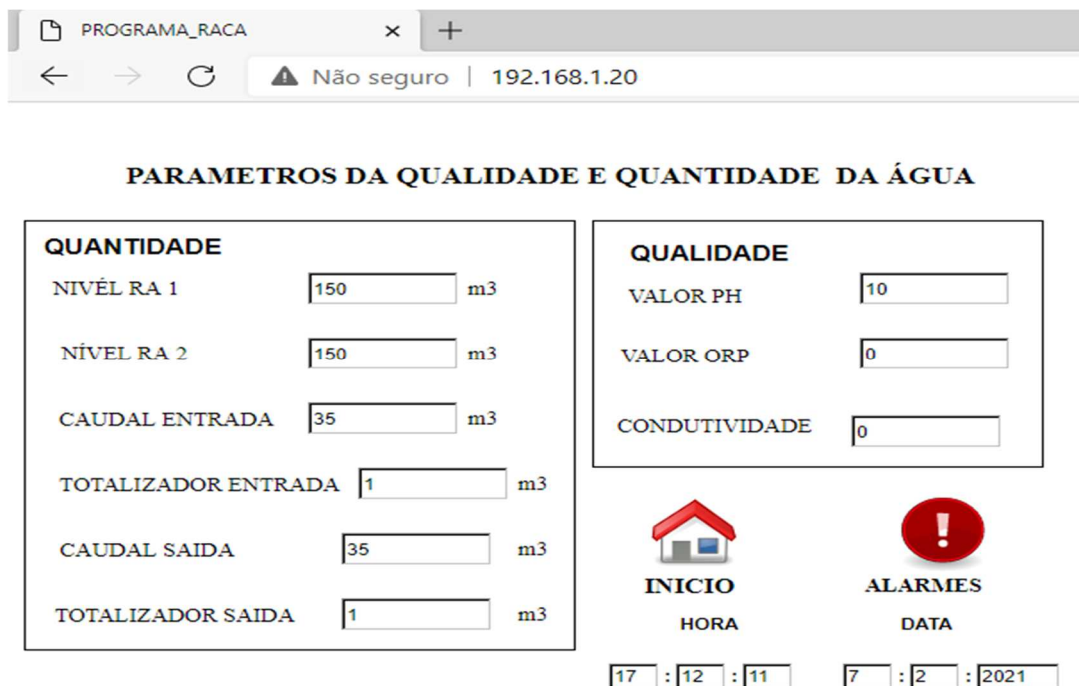


Figura 4-54 – Layout com os parametros durante a simulação



Figura 4-55 – Layout dos alarmes durante a simulação

- **Etapa 4**, simulação da comunicação entre o PLC local ILC131ETH e o PLC de zona PLCnext via profinet.

Inicialmente antes da realização da simulação é necessário configurar o PLC ILC 131 ETH para funcionar como dispositivo profinet no PCWorx, Figura 4-56, declarar as variáveis a transferir por profinet, e ligar os equipamentos em rede Figura 4-58.

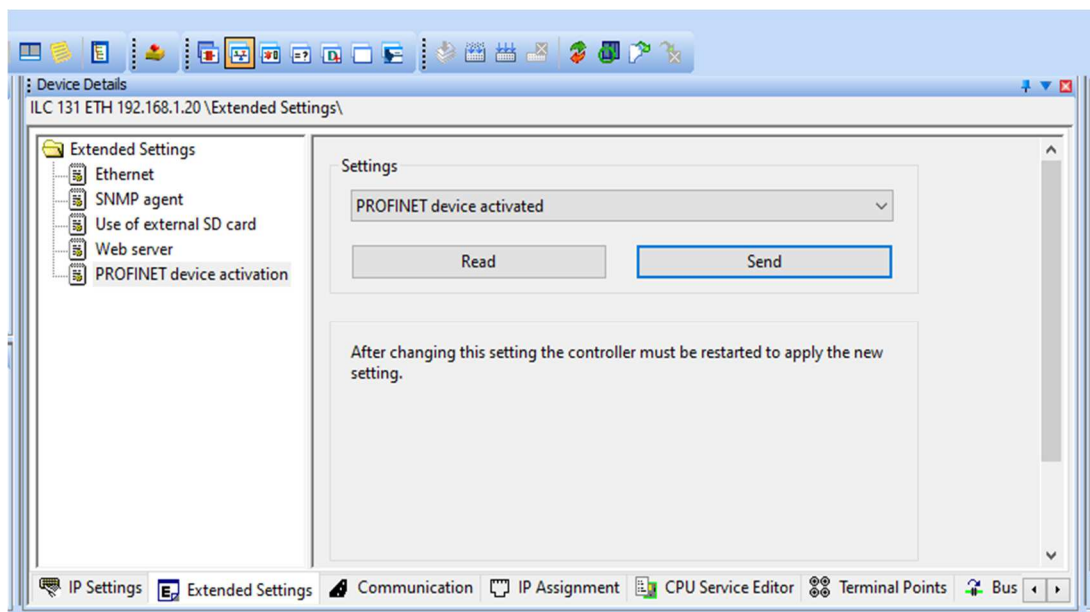


Figura 4-56 – Ativação do dvice profinet no PCworx

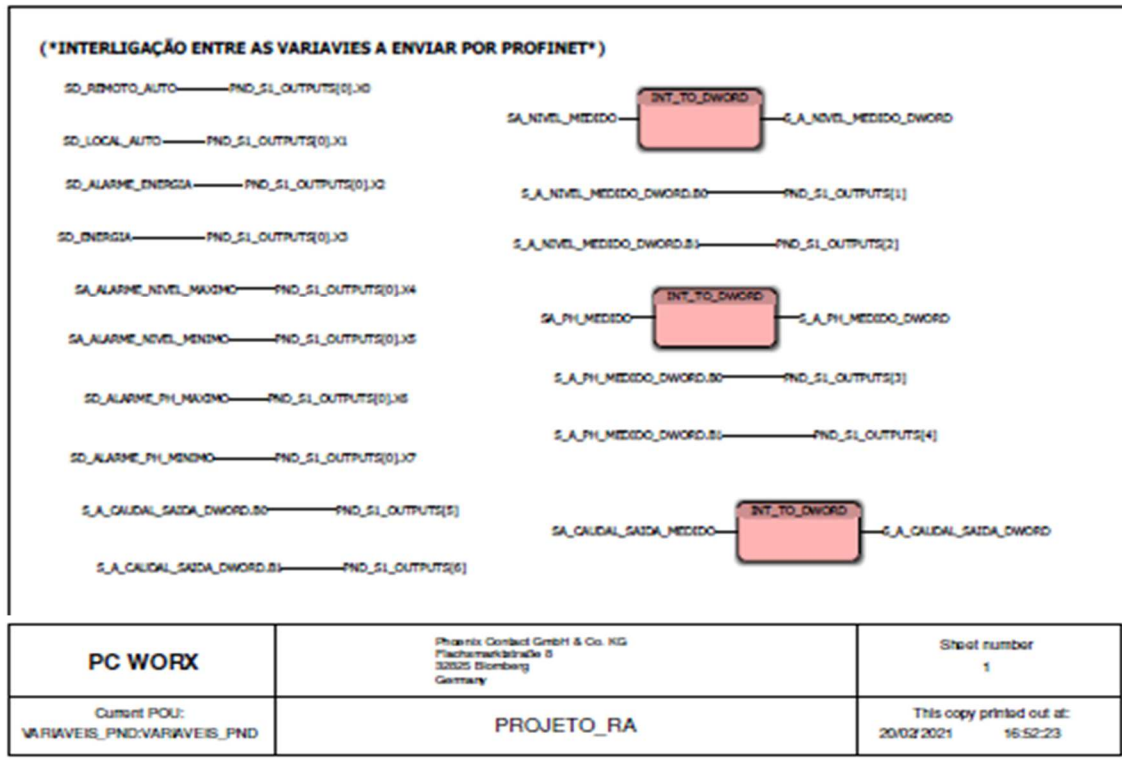


Figura 4-57 – Interligação das Variáveis a Transferir por Profinet no PCWorx

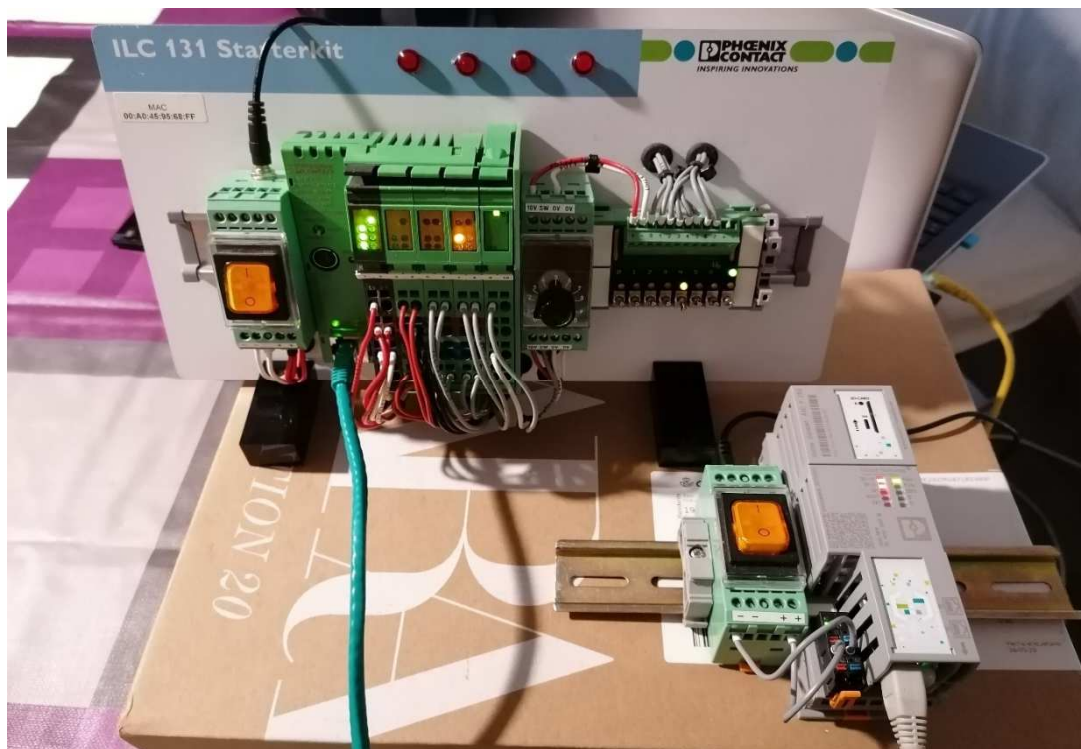


Figura 4-58 - Imagem do PLC ILC 131ETH e PLCnext ligado em rede durante as simulações

Posteriormente no PLCnext Engineer, declara-se o PLC ILC como dispositivo profinet, Figura 4-59, e configura-se as variáveis a receber polo profinet com a variáveis locais existentes.

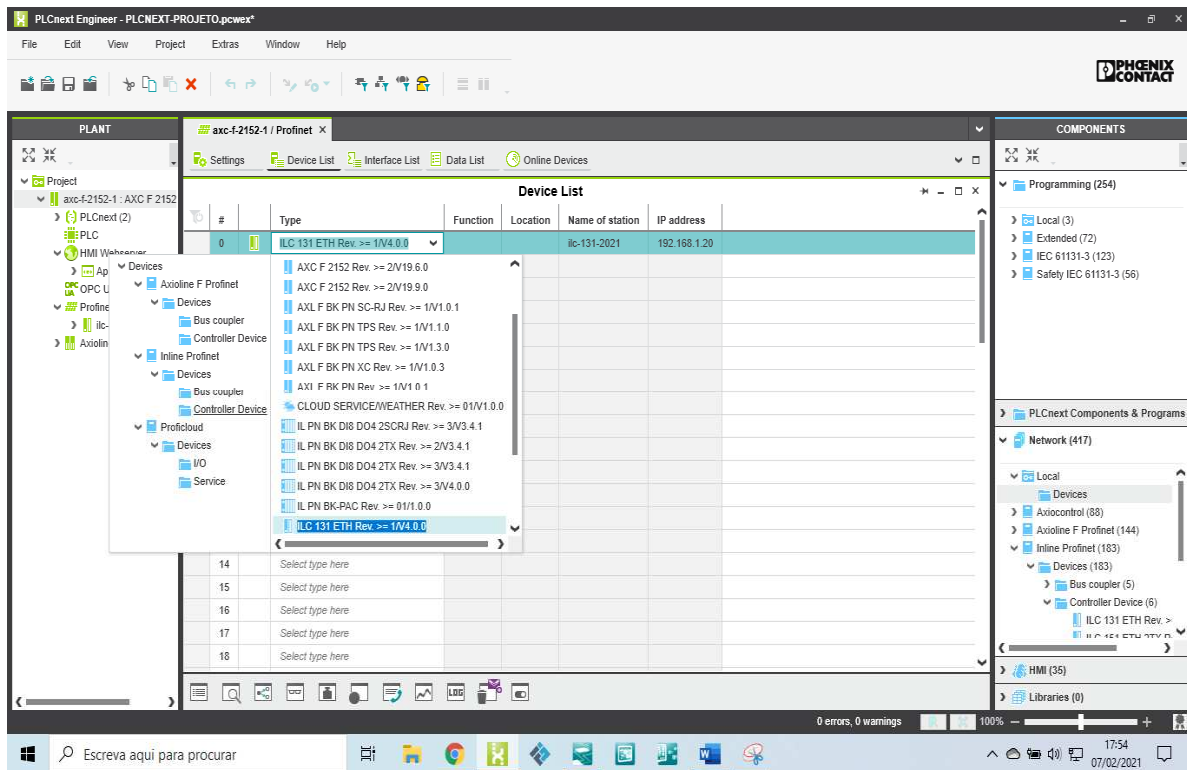


Figura 4-59 - Declaração do device Profinet no PLCnext Engineer

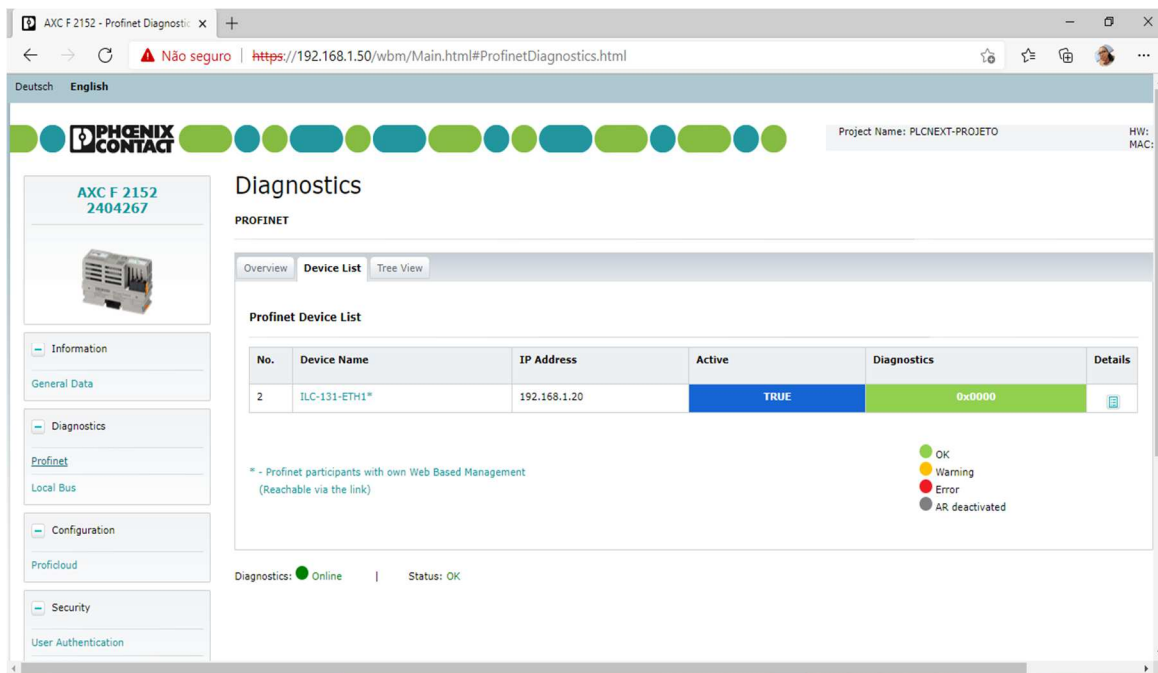


Figura 4-60 - Página WBM (Web Based Management) do PLCnext, confirmando comunicação com o dispositivo Profinet

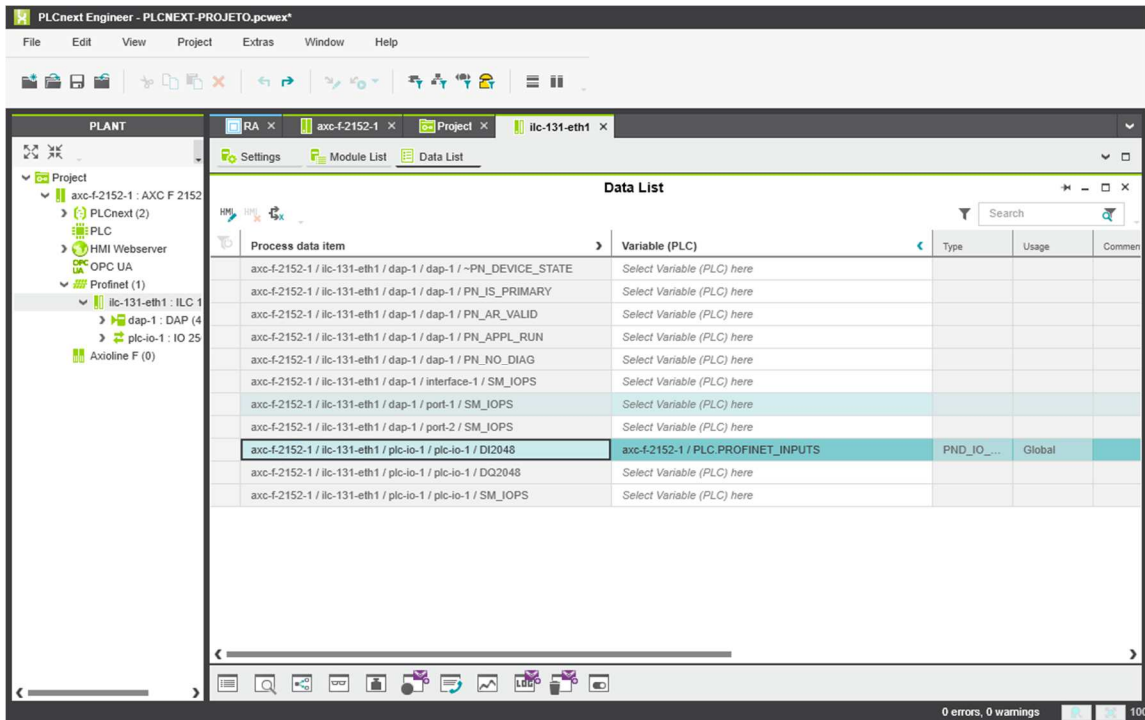


Figura 4-61 -Configuração no PLCNext Engineer para Ler as variáveis por Profinet

- **Etapa 5**, simulação da comunicação entre o PLCnext e o SCADA-Visu+, via OPU UA.

Inicialmente faz-se a configuração do OPC-UA no PLCnext Engineer, Figura 4-62, como server e escolha das variáveis a transferir para o Visu+. Por sua vez no Visu+ configura-se o OPC UA cliente, Figura 4-63.

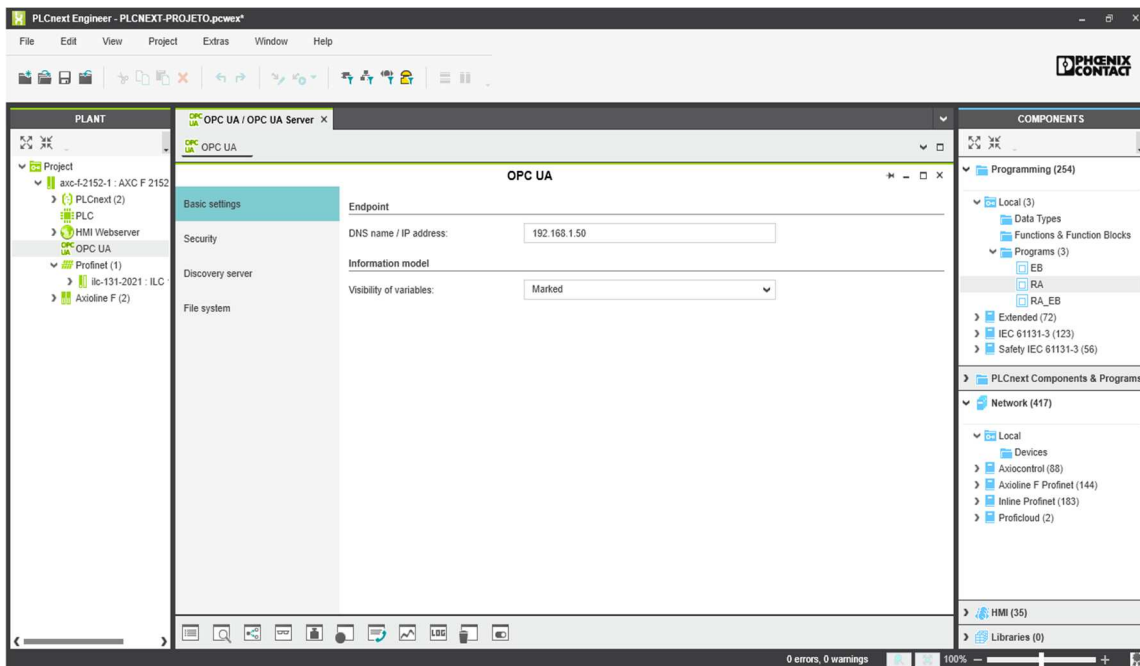


Figura 4-62 - Configuração do OPC UA no PLCnext Engineer

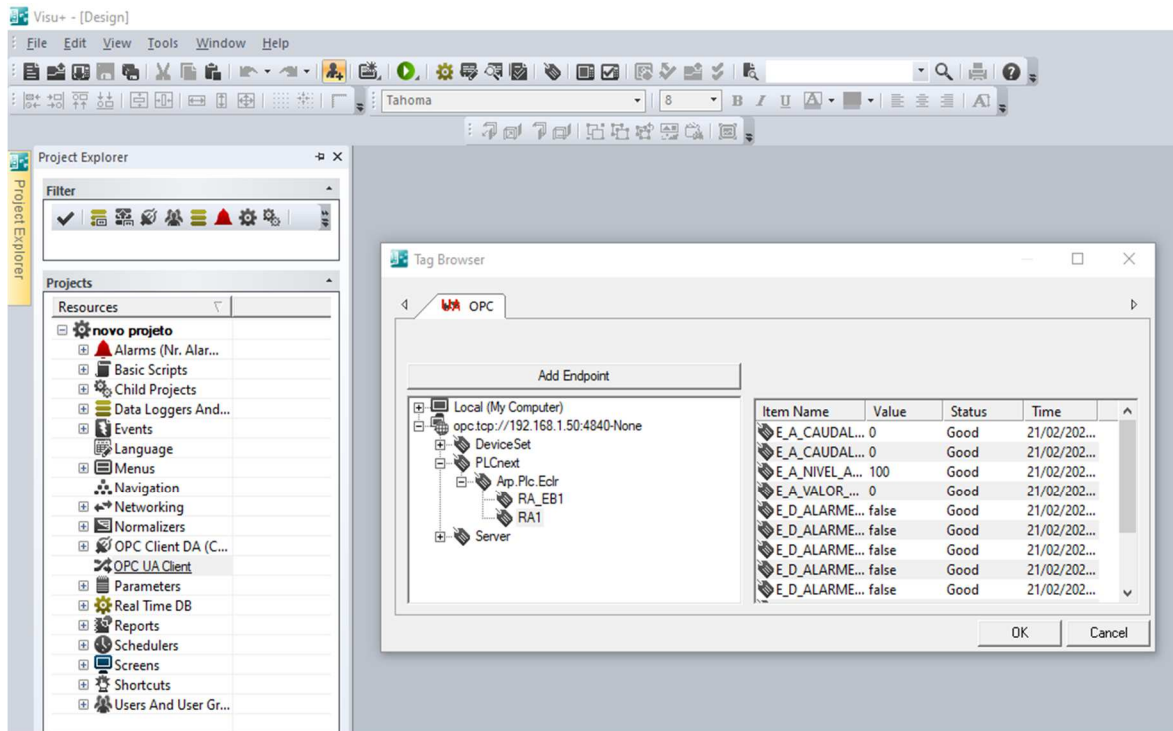


Figura 4-63 - Configuração do OPC UA cliente no VISU+

Após as configurações iniciais, procede-se com a simulação, realizando a conexão das variáveis ao layout da instalação a simular, Figura 4-64 no Visu+.

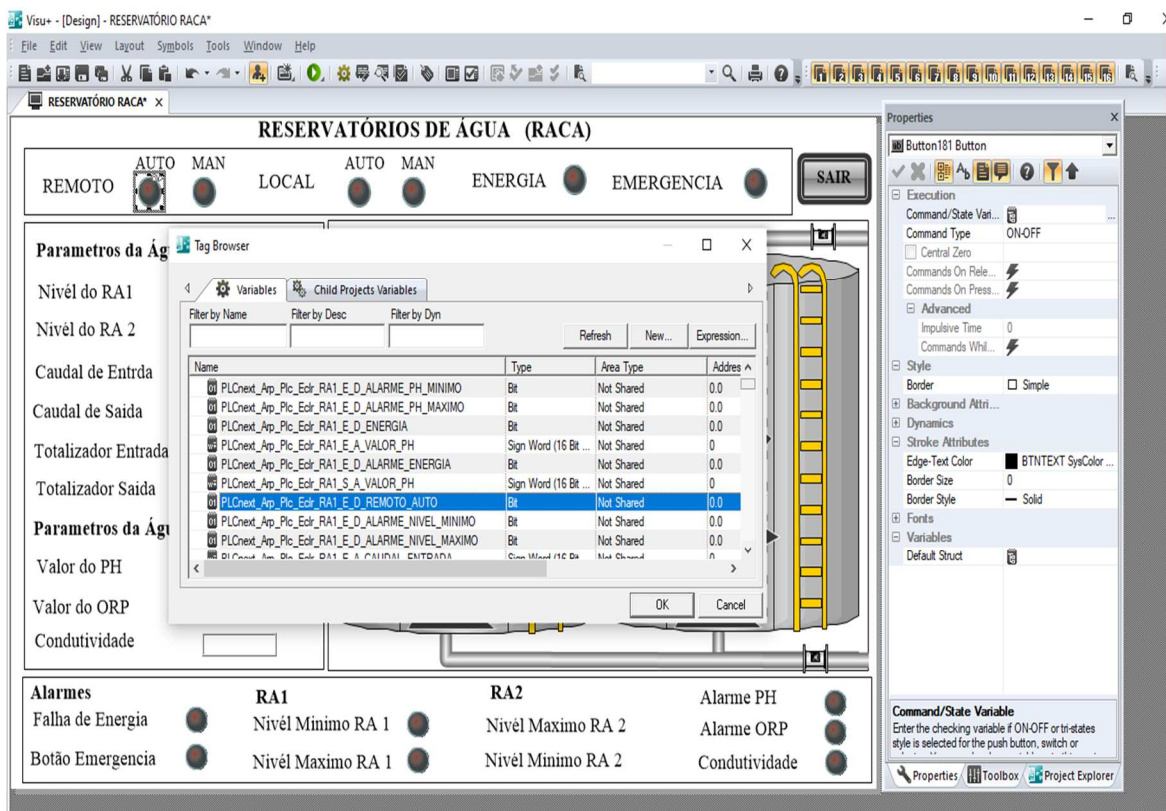


Figura 4-64 – ligação das Variáveis a instalação a Simular no Visu+

Finalizando a simulação abre-se o Runtime do projeto de telegestão no Visu + e visualiza-se o layout individual da instalação a simular, Figura 4-65 e Figura 4-66 onde se pode verificar os parâmetros da instalação durante a simulação bem como as luzes de sinalização.

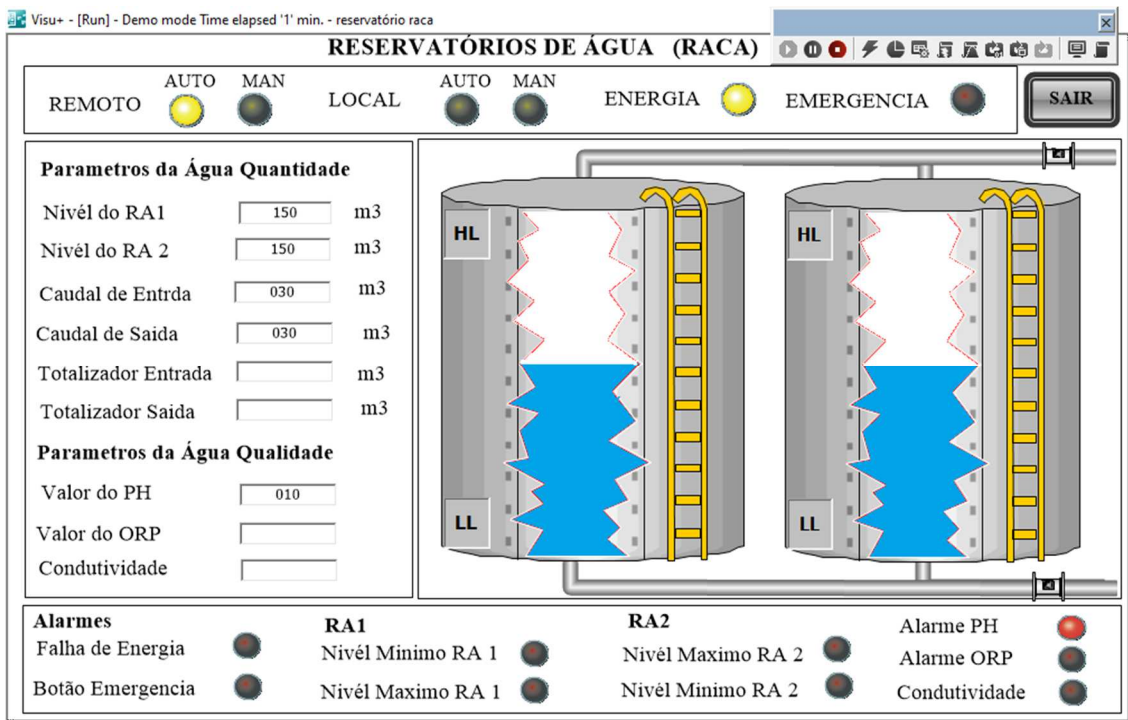


Figura 4-65 – Layout Individual dos Reservatórios de Água durante a simulação 1 no Visu+

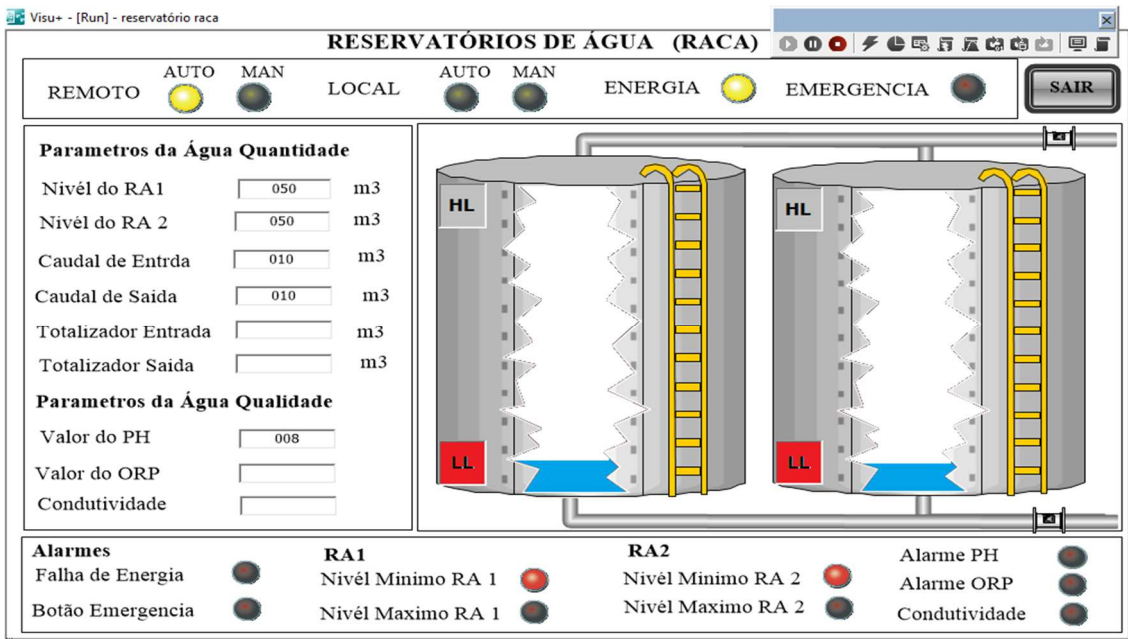


Figura 4-66 - Layout Individual dos Reservatórios de Água durante a simulação 2 no Visu+

Após testar as funcionalidades do sistema de telegestão proposto através das simulações realizadas faz-se uma comparação do mesmo face ao sistema de telegestão do projeto JICA JICA (que foi a base de referência deste trabalho) no que corresponde aos equipamentos de automação utilizados e às redes de comunicação que se seguem:

- No sistema de telegestão proposto em termos dos equipamentos para automação e controlo optou-se por PLCs local, PLCs de zona e unidade de supervisão e controlo (SCADA); enquanto no sistema do projeto JICA propõe-se só os PLCs locais e unidade de supervisão e controlo.
- As redes de comunicações utilizadas no projeto proposto são Ethernet e Profinet e por sua vez no projeto JICA utilizam-se Modbus, Ethernet e Profibus mas em ambos os projetos propõem-se a utilização de fibra ótica.

Com base nestas comparações consta-se que a introdução do PLC de zona no projeto proposto representa uma vantagem face ao projeto JICA, pois este PLC de gestão trata-se de um dispositivo aberto e inovador possuindo ligação integrada à Proficloud permitindo obter análises dos dados das instalações fora da sala de controlo para posterior análise.

Em relação às redes de comunicação podemos destacar o Profinet uma vez que este em relação ao Profibus suporta uma comunicação mais rápida e com uma maior largura de banda como se pode verificar na Tabela 4-5.

	PROFIBUS	PROFINET
organization	PI	
application profiles	same	
concepts	Engineering, GSDs	
physical layer	RS-485	Ethernet
speed	12Mbit/s	1Gbit/s or 100Mbit/s
telegram	244 bytes	1440 bytes (cyclic)^
address space	126	unlimited
technology	master/slave	provider/consumer
connectivity	PA + others*	many buses
wireless	possible*	IEEE 802.11, 15.1
motion	32 axes	>150 axes
machine-to-machine	No	Yes
vertical integration	No	Yes
^with multiple telegrams: up to 2 ³² -65 (acyclic)		
*not in spec, but solutions available		

Tabela 4-5 – Profinet Vs Profibus [15]

Em resumo, foram propostas duas inovações, melhoria/atualização do equipamento de automação e controlo e redes comunicação, face ao estudo inicialmente elaborado (projeto JICA), o que vem suportar o objetivo principal do trabalho desta dissertação - elaboração e apresentação de um projeto de telegestão para o sistema de abastecimento de água na ilha de Santiago em Cabo Verde.

4.7. Estimativa dos Equipamentos

Ainda no âmbito do projeto, faz-se um levantamento das quantidades dos equipamentos de automação e instrumentação necessários para implementação do mesmo, Tabela 4-6.

SISTEMA DE TELEGESTÃO - INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO			
LISTA DAS QUANTIDADES			
ITEM	DESIGNAÇÃO	QUANTIDADES	
		UN	MARCA
I	AUTOMAÇÃO		
1.1	SISTEMA NORTE		
a)	PLC ILC 131 ETH	17,00	Phoenix Contact
b)	Modulos Interbus IB IL AI4/I 4-20 ECO	27,00	
c)	Modulos Interbus IB IL AO4/I 4-20 ECO	27,00	
d)	Modulos Interbus IB IL 24 DI 8/HD ECO	27,00	
e)	Modulos Interbus IB IL 24 DO 8/HD ECO	27,00	
f)	PLCnext AXCF 2152	3,00	
g)	Controlador de Profinet	1,00	
h)	HMI WEB-WP 06T/WT- 2400 163	17,00	
i)	Cartão de Memoria Interna para PLC ILC 131 ETH	17,00	
j)	Cartão de Memoria Interna para PLCnext	3,00	
1.2	SISTEMA SUL		
a)	PLC ILC 131 ETH	11,00	Phoenix Contact
b)	Modulos Interbus IB IL AI4/I 4-20 ECO	14,00	
c)	Modulos Interbus IB IL AO4/I 4-20 ECO	14,00	
d)	Modulos Interbus IB IL 24 DI 8/HD ECO	14,00	
e)	Modulos Interbus IB IL 24 DO 8/HD ECO	14,00	
f)	PLCnext AXCF 2152	2,00	
g)	Controlador de Profinet	1,00	
h)	HMI WEB-WP 06T/WT- 2400 163	11,00	
i)	Cartão de Memoria Interna PLC ILC 131 ETH	11,00	
	Cartão de Memoria Interna para PLCnext	2,00	
1.3	SOFTWARE		
a)	SCADA - Visu + e licença	1,00	Phoenix Contact
b)	PC Worx Express com licença	1,00	
c)	PLCnext Engineer com Licença	1,00	
d)	Web Visit	1,00	
e)	Servidor OPC UA	1,00	
f)			
II	INSTRUMENTAÇÃO		
2.1	SISTEMA NORTE		
a)	Transdutor de pressão em cerâmica analógico - PMCR21	21,00	Endress Hauser
b)	Medidor de caudal ultrassônico analógico - Proline Prosonic Flow 93C	28,00	
c)	Sensor de nível analógico - Micropilot FMR10	14,00	
d)	Kit de medição dos parâmetros da água - Liquiline CM14	14,00	
e)			
2.2	SISTEMA SUL		
a)	Transdutor de pressão em cerâmica analógico - PMCR21	12,00	Endress Hauser
b)	Medidor de caudal ultrassônico analógico - Proline Prosonic Flow 93C	20,00	
c)	Sensor de nível analógico - Micropilot FMR10	10,00	
d)	Kit de medição dos parâmetros da água - Liquiline CM14	10,00	
e)			

Tabela 4-6 – Lista das Quantidades dos Equipamentos

5. Conclusões

A gestão eficiente dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, onde se incluem a adução, 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, é necessário a implementação de novas tecnologias (telegestão) que permitissem um serviço de excelência aliado a uma crescente e necessária qualidade ambiental.

É neste cenário que surgiu esse projeto com o objetivo de desenvolver um sistema de telegestão para rede de abastecimento de água na ilha de Santiago em Cabo Verde. E espera que através deste software de monitorização e controlo à distância seja possível ultrapassar o problema de défice hídrico existente na ilha. Com o sistema pretende-se eliminar ou reduzir as perdas na rede de distribuição que apresenta um percentual elevada da água produzida e melhorar o serviço prestado aos habitantes dos nove municípios da ilha de Santiago bem como aumento da capacidade de resposta na resolução das mais variadas situações.

Para a elaboração do projeto inicialmente foi definida a estrutura da rede de abastecimento de água a utilizar, e com base nisso definiu-se a arquitetura do modelo do sistema telegestão a implementar. O modelo escolhido foi do tipo árvore composta por unidades locais e interfaces homem máquina (HMI e PLCs remotas), ligadas a unidades de zona (PLC de gestão) interligados entre si por um de cabo de fibra ótica e controlado por unidade de supervisão e controlo SCADA.

Após a definição da arquitetura do sistema de telegestão a implementar, fez-se a escolha das especificações dos equipamentos de automação, interface, monitorização e instrumentação, propostos, de entre os quais destacam-se os PLCs ILC 131 ETH de campos, os PLCnext AXCF 2152 que são de gestão e o software de supervisão e controlo SCADA Visu+. Escolhido os equipamentos foram definidas as redes de comunicação para interligação dos mesmos, tais como, profinet entre os PLCnext de gestão e SCADA, e PLCs e PLCnext, ethernet para transmissão entre PLCs e os HMIs e RS485 entre os equipamentos de campo e os PLCs.

Uma vez escolhidos os equipamentos e as redes de comunicação, e partindo do princípio de que a estrutura física do projeto é baseada numa sucessão de repetições de três tipos de instalações, nomeadamente reservatórios de água, estações de bombagens e estações de bombagens com câmaras de aspirações acopladas, foram elaboradas os programas e layouts computacionais para o sistema de telegestão com recursos aos softwares tais como PCWorks Web Visit, PLC Engineer e Visu+.

Finalmente para testar as funcionalidades do sistema de telegestão foram elaboradas simulações, escolhendo uma instalação, (reservatório de água), onde foi utilizado o software de simulação industrial 3D Factory I/O, para representar a instalação a simular. Durante as simulações foi introduzida o OPC UA para transmitir e receber os as informações das variáveis simuladas entre PLC ILC e o Factory I/O e entre o PLCnext e o software SCADA Visu+.

Com a realização deste projeto, pode-se afirmar que o principal objetivo deste trabalho foi atingido, isto é a elaboração de um sistema de telegestão para controlo e monitorização da rede de abastecimento de água da Ilha de Santiago Pode-se concluir ainda que este trabalho enriqueceu em muito o conhecimento referente aos sistemas de controlo remoto, mais especificamente sobre os PLC's, e PLCs de gestão e SCADA, adquirindo assim as bases necessárias para continuar a trabalhar e desenvolver projetos nesta área.

5.1. Melhorias e Trabalhos Futuros

Após a conclusão desse projeto é possível indicar uma melhoria que pode ser desenvolvida para melhorar o sistema elaborado no âmbito desse trabalho, que consiste na implementação da uma Plataforma online para monitorização através da CLOUD, que possibilitará o acesso em tempo real fora da sala de controlo através de computadores portáteis, tablet e/ou smartphones através da introdução do PLC de gestão.

Como trabalhos futuros é proposto um estudo de levantamento dos sistemas de telegestão que existem em Cabo Verde, com base nas lacunas observadas durante as fases de preparação do projeto, englobando as suas viabilidades e fiabilidades a nível das tecnologias utilizadas e meios de comunicação.

6. Referências Bibliográficas

- [1] A. I. D. C. D. JAPÃO, 15 01 2011. [Online]. Available: http://open_jicareport.jica.go.jp. [Acedido em 19 10 2019].
- [2] M. A. GOMES, "Hidrogeologia e Recursos Hídricos da Ilha de Santiago (Cabo Verde)", Dissertação de Doutoramento, Ramo de Geociências, Universidade de Aveiro, 296 p., 2007.
- [3] P. P. P. A. ÁGUA. [Online]. Available: <http://www.ppa.pt>. [Acedido em 18 10 2019].
- [4] I. I. N. d. E. d. C. V. -. A. E. d. 2017. [Online]. Available: <http://ine.cv..>
- [5] E. R. DE SOUSA, 02 2003. [Online]. Available: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/>. [Acedido em 11 2019].
- [6] C. E. R. DACUNHA, 03 2007. [Online]. Available: www.repositorio-aberto.up.pt. [Acedido em 03 2020].
- [7] [Online]. Available: <https://www.aquaporservicos.pt>. [Acedido em 03 2020].
- [8] [Online]. Available: <http://www.estec.pt>. [Acedido em 03 2020].
- [9] d. C. V. Ministério da Agricultura e Meio Ambiente, "PROJECTO JICA 2 - Projeto de Desenvolvimento de Abastecimento de Água da Ilha de Santiago," CABO VERDE, 2011.
- [10] "PHOENIX CONTACT," [Online]. Available: <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/br>. [Acedido em 04 2020].
- [11] "ENDRESS + HAUSER," [Online]. Available: <https://www.pt.endress.com/pt>. [Acedido em 04 2020].
- [12] "ITRON," [Online]. Available: <https://www.itron.com/br/solutions/product-catalog/ace-sl7000>. [Acedido em 07 2020].
- [13] "SIEMENS," [Online]. Available: <https://press.siemens.com/pt>. [Acedido em 07 2020].
- [14] "REALGAMES," [Online]. Available: <https://realgames.co/>. [Acedido em 12 2020].
- [15] "AUTOMAÇÃO E CARTOONS," [Online]. Available: <https://automacaoecartoons.com/2018/06/01/o-que-e-a-rede-profinet/>. [Acedido em 20 01 2021].

7. Apêndices

7.1. Apêndice I

Nesta seção são apresentados os layouts computacionais desenvolvidos com recurso ao software de controlo e aquisição de dados (SCADA Visu+).

- **Layout principal do sistema de telegestão**, Figura 7-1, disponibiliza aos utilizadores uma visão geral de todo o sistema de abastecimento da água, bem como o acesso a todos os outros layouts individual do sistema.

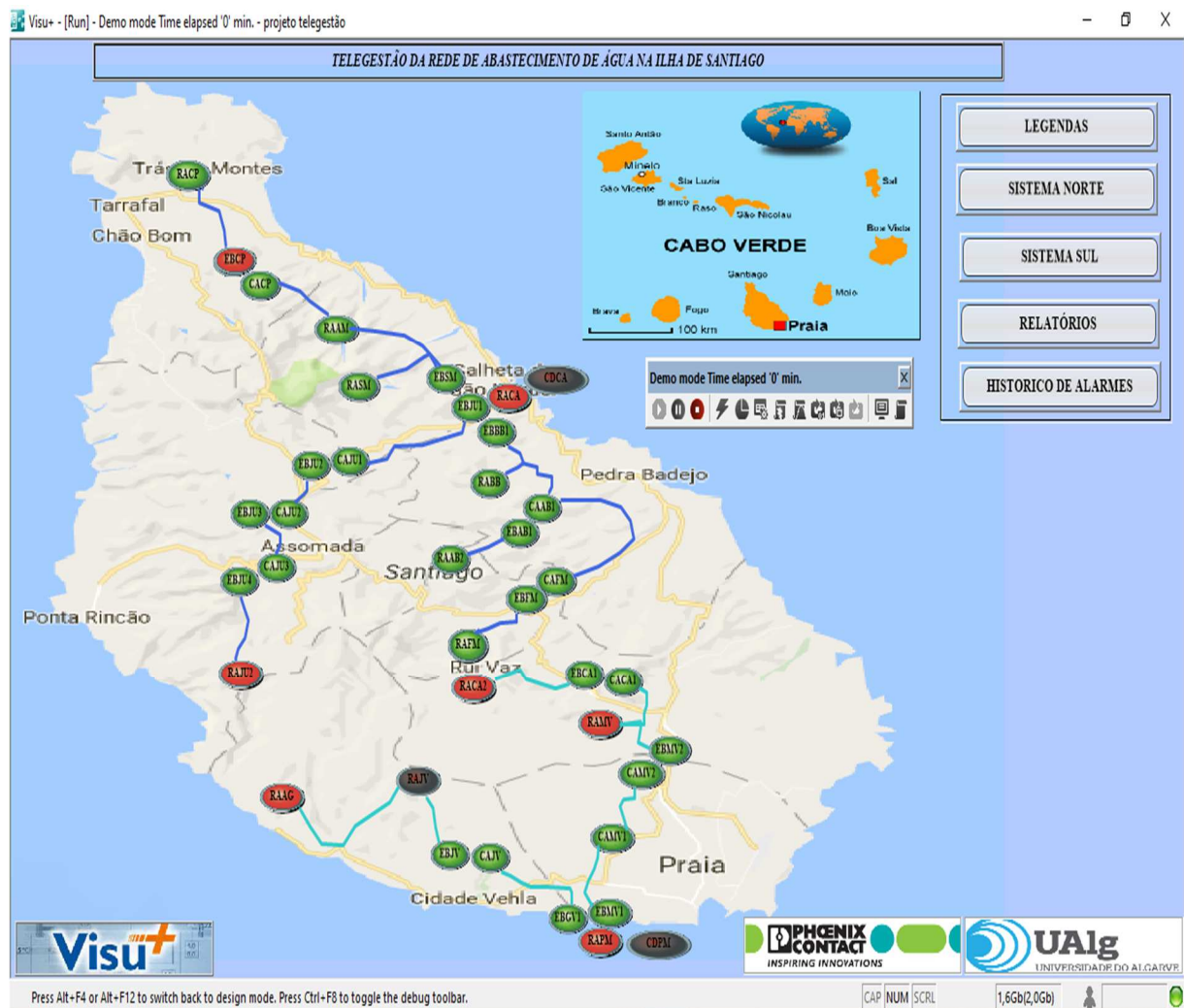


Figura 7-1 – Layout Principal do Sistema de Telegestão

- “**Layout Legenda**” Figura 7-2, são apresentados os significados das siglas e abreviaturas utilizados na elaboração dos Layouts, bem como as luzes que indicam o estado das instalações.









LEGENDAS		SAIR
SISTEMA NORTE	SISTEMA SUL	
CA - Camará de Aspiração	CA - Camará de Aspiração	
EB - Estção de Bombagem	EB - Estção de Bombagem	
RA - Reservatório de Água	RA - Reservatório de Água	
EBJU1 - Estção Bombagem do Junco	EBGV - Estção Bombagem Goveia	
EBSM - Estção de Bombagem São Miguel	EBMV - Estção de Bombagem Monte Vaca	
EBBB - Estção de Bombagem Achada Bel Bel	EBJV - Estção de Bombagem João Varela	
EBFM - Estção de Bombagem Funco Marques	EBCA - Estção de Bombagem Caiada	
EBCM - Estção de Bombagem Costa Pinha	RAPM - Reservatório de Água Palmarejo	
RACA - Reservatório de Água Calhetona	RAGV - Reservatório de Água Goveia	
RAJU - Reservatório de Água Junco	RAJV - Reservatório de Água João Varela	
RABB - Reservatório de Água Achada Bel Bel	RAAG - Reservatório de Água Alto Goveia	
RAFM - Reservatório de Água Funco Marques	RAMV - Reservatório de Água Monte Vaca	
RASM - Reservatório de Água São Miguel	RACA - Reservatório de Água Caiada	
RAAM - Reservatório de Água Achada Monte	CAJA - Camara de Aspiração João Varela	
RAAM - Reservatório de Água Costa Pinha	CAJU - Camara de Aspiração Monte Vaca	
CAJU - Camara de Aspiração Junco	CACA - Camara de Aspiração Caiada	
CAAB - Camara de Aspiração Achada Bianga	CDPM - Central Dessalinização Palmarejo	
CAFM - Camara de Aspiração Funco Marques		
CACP - Camara de Aspiração Costa Pinha		
CDCA - Central Dessalinização da Calhetona		
 Conduta Adução Sistema Norte	 Conduta Adução do Sistema Sul	
 Instalação Operacional	 Instalação Operacional	
 Problema de Comunicação	 Problema de Comunicação	
 Estação com Alarmes / Avarias	 Estação com Alarmes / Avarias	

Figura 7-2 – Layout das Legendas

- “**Layout Individual do Sistema Norte**”, Figura 7-3 e o “**Layout Individual do Sistema Sul**”, Figura 7-4 apresentam uma visão geral dos sistema norte e sul, bem como acesso a todos aos layouts individuais referente aos mesmos.

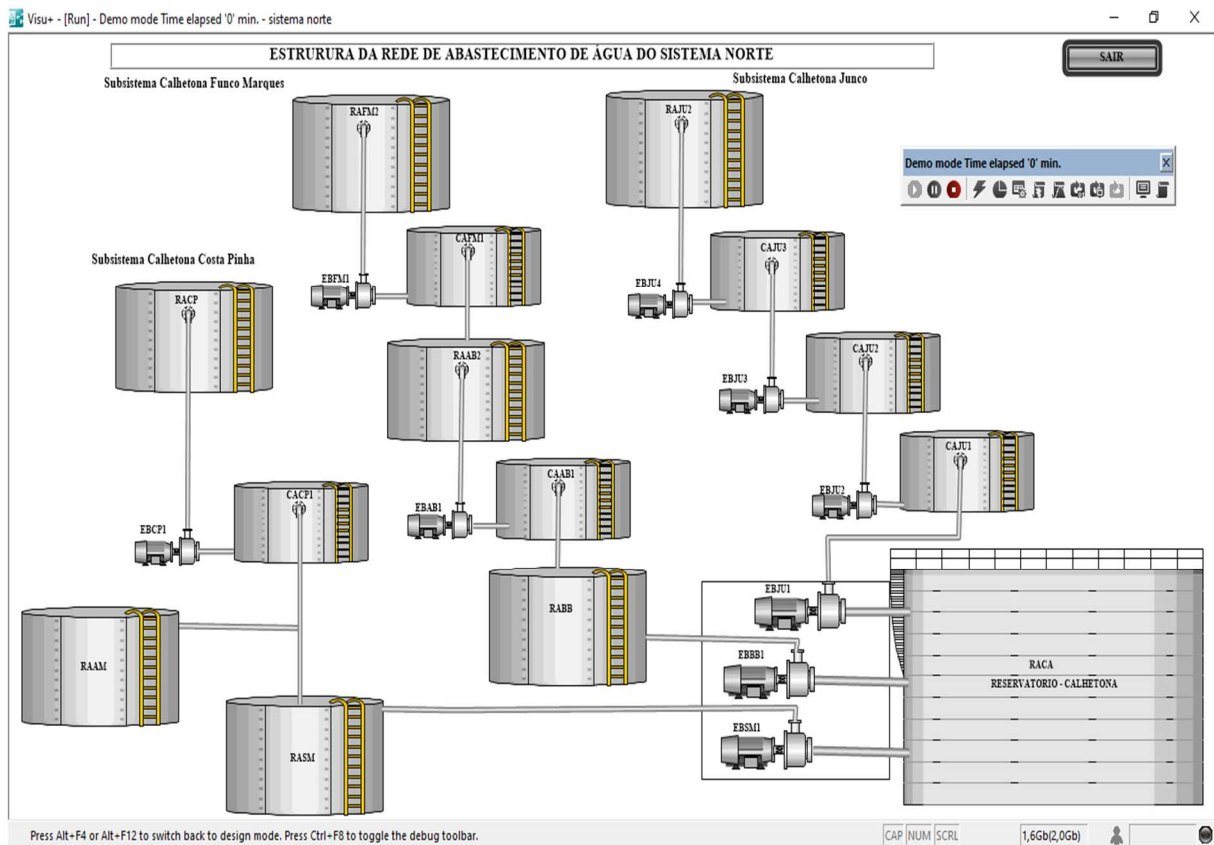


Figura 7-3 – Layout Individual do Sistema Norte

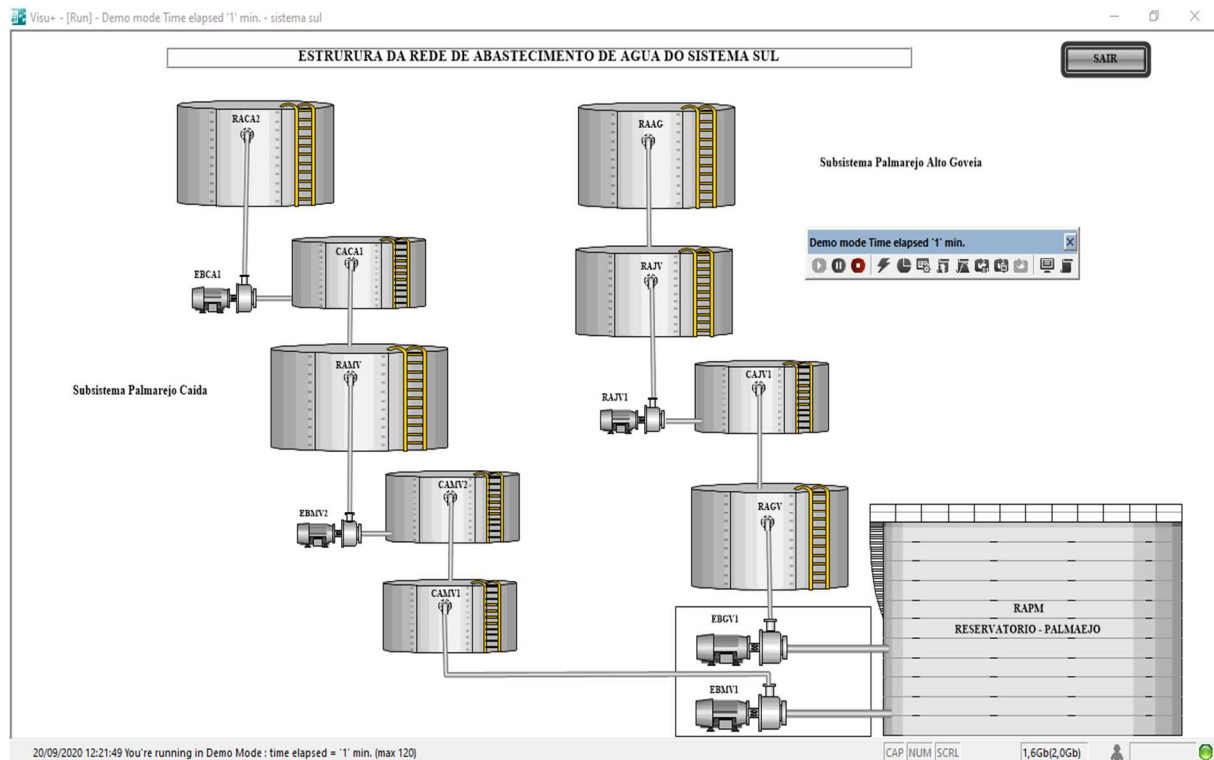


Figura 7-4 – Layout Individual do Sistema Sul

- “Layout Individual para Estação de Bombagem” Figura 7-5 disponibiliza ao utilizador todos os parâmetros referentes ao funcionamento da instalação, nomeadamente caudal e pressão de bombagem, alarmes, e modo de funcionamento da instalação.

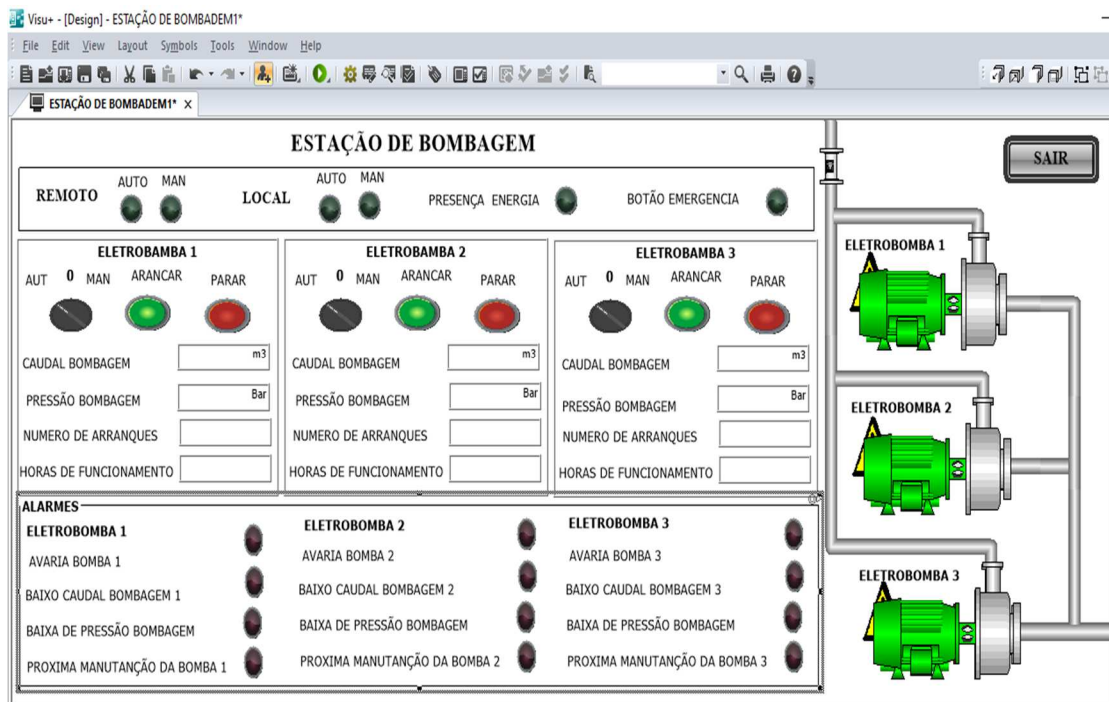


Figura 7-5 – Layout Individual da Estação de Bombagem

- “Layout Individual para o Reservatório de Água” Figura 7-6, disponibiliza os parâmetros referentes ao estado da instalação, nomeadamente os caudais de entrada e saída de água, os níveis de água, bem como os parâmetros da qualidade de água, PH, ORP e condutividade, e uma lista de alarmes para anomalias ou alarmes.

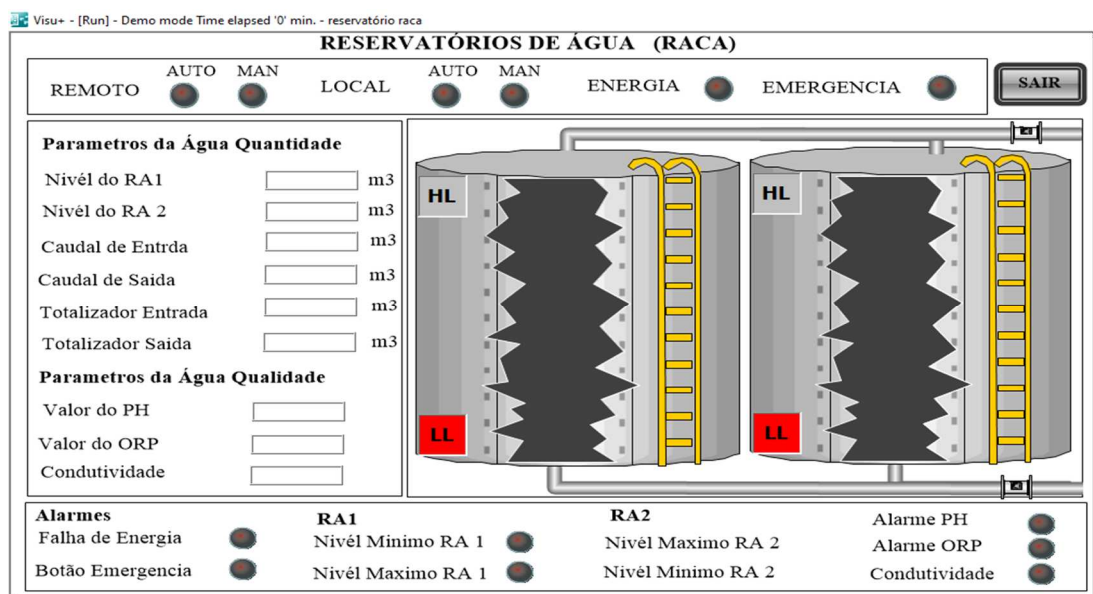


Figura 7-6 – Layout Individual dos Reservatórios de Água

- **“Layout Individual para Estação de Bombagem com Camara de Aspiração”** Figura 7-7, disponibiliza aos utilizadores os parâmetros de funcionamento estação de bombagem, pressão de bombagem, numero de arranque e horas de funcionamento da bomba, bem como os parâmetros da camara de aspiração, nomeadamente o nível, os caudais de entrada e saída e o parâmetros que indicam a qualidade da água Também disponibiliza uma lista com os alarmes ou avarias referentes ao funcionamento do mesmo.

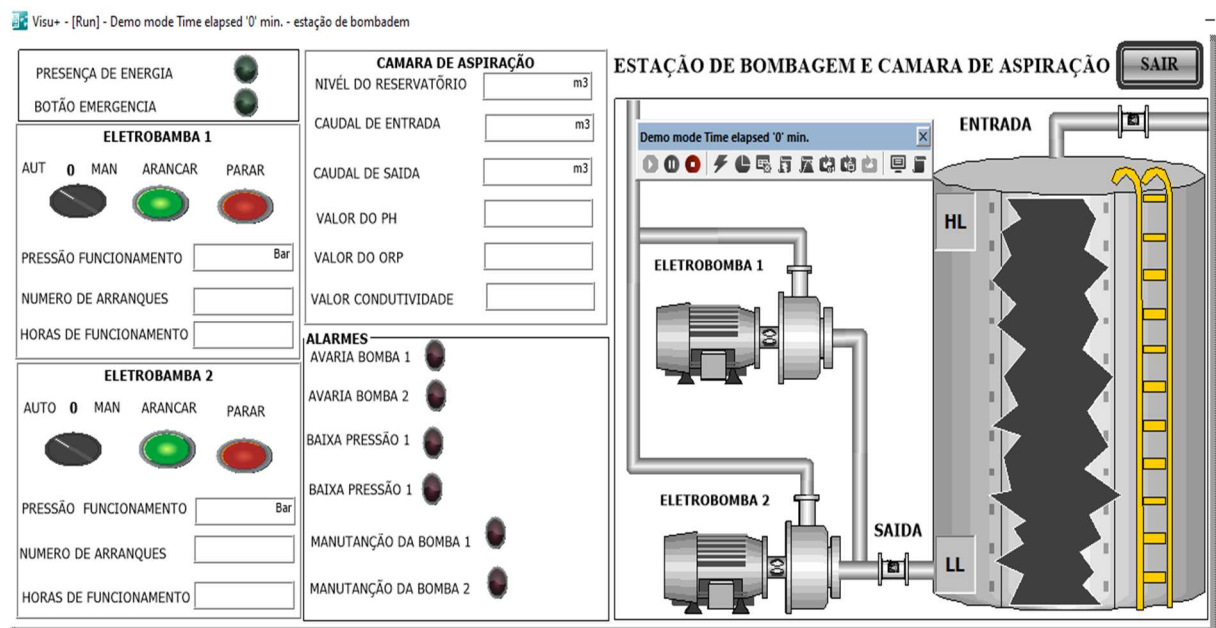


Figura 7-7 – Layout Individual da Estação de Bombagem Camara de Aspiração

- **Layouts dos Relatórios**, Figura 7-8, Figura 7-9 e Figura 7-10, disponibiliza aos utilizadores o acesso aos Layouts individuais do sistema norte ou sul, para geração de relatórios sobre o sistema.

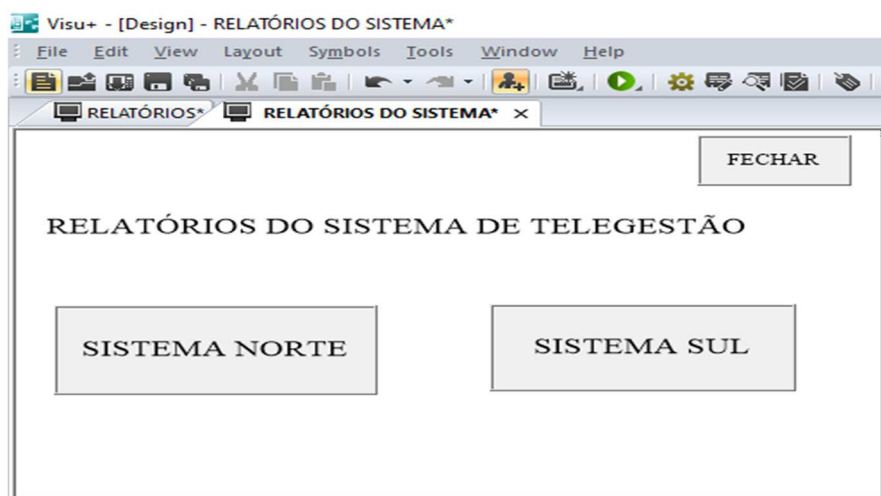


Figura 7-8 – Layout Principal de Relatórios

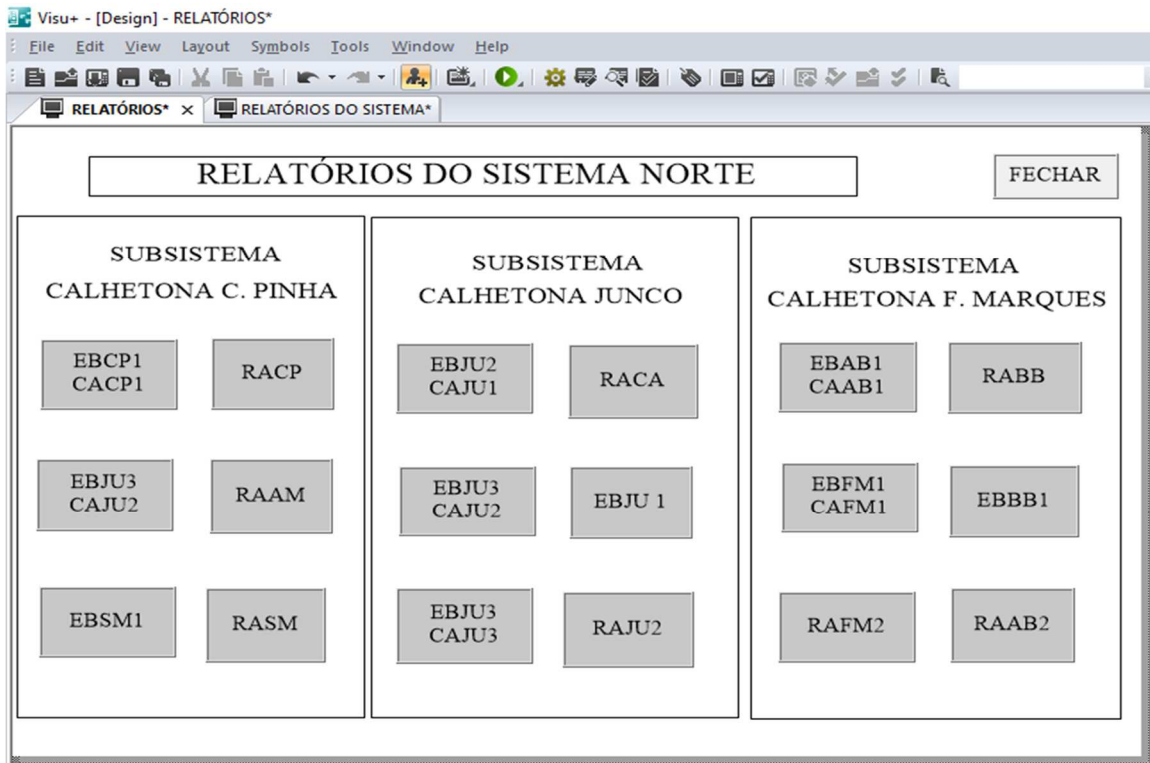


Figura 7-9 – Layout Individual para Geração de Alarmes

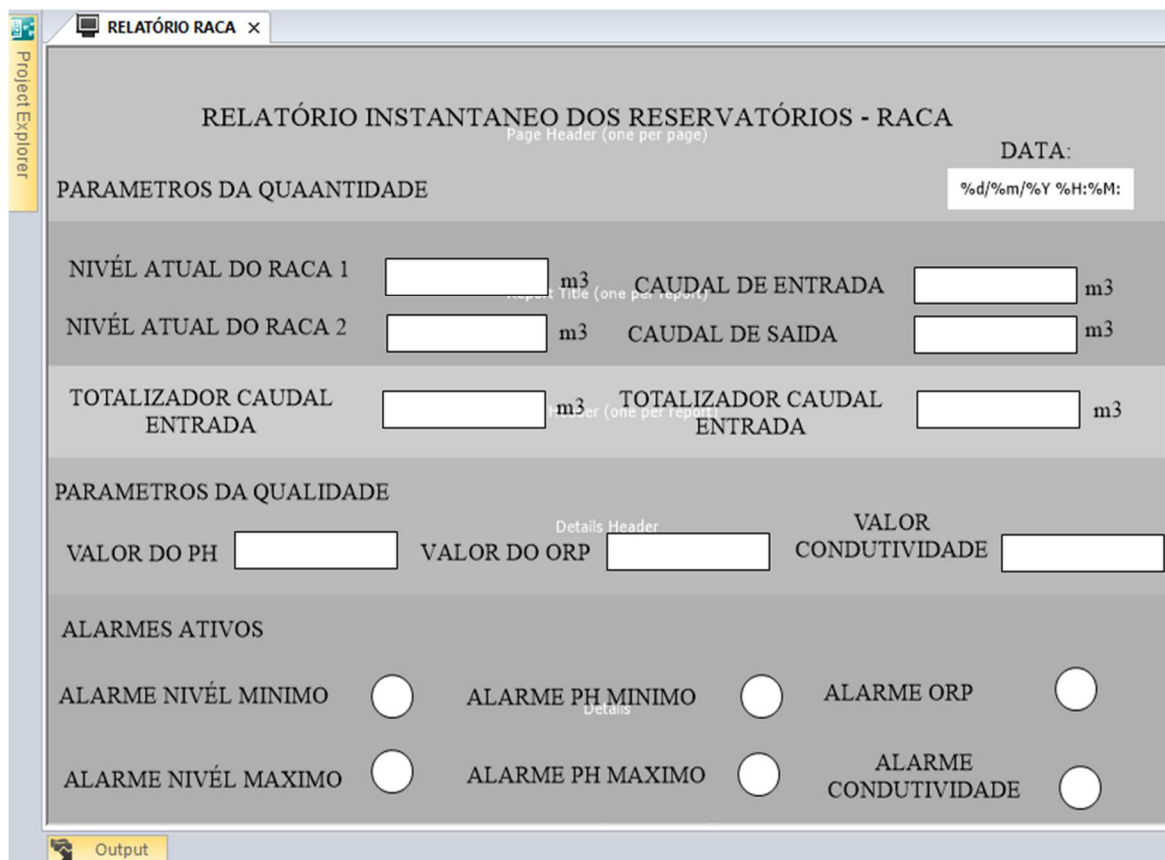


Figura 7-10 – Layout Individual de Relatório

7.2.Apêndice II

Neste apêndice são apresentados e explicados layout para os HMIs. Layout estes que foram criados com recurso ao software WebVisit.

- **Layouts para o HMI a Instalar no Reservatório**

No “**Layout inicial** “ Figura 7-11 o utilizador pode consultar o estado de funcionamento de toda a instalação incluindo o modo de funcionamento, a quantidade de água nos reservatórios e ainda o acesso aos outros layouts. Em todos os layouts estão presentes ícones que permite trocar e navegar através de todos os menus da consola.

Por questão de controlo e segurança da instalação o utilizador só pode consultar ou fazer qualquer alteração no sistema caso esteja identificado como administrador (login de administrador). Caso contrário, pode visualizar, mas não alterar.

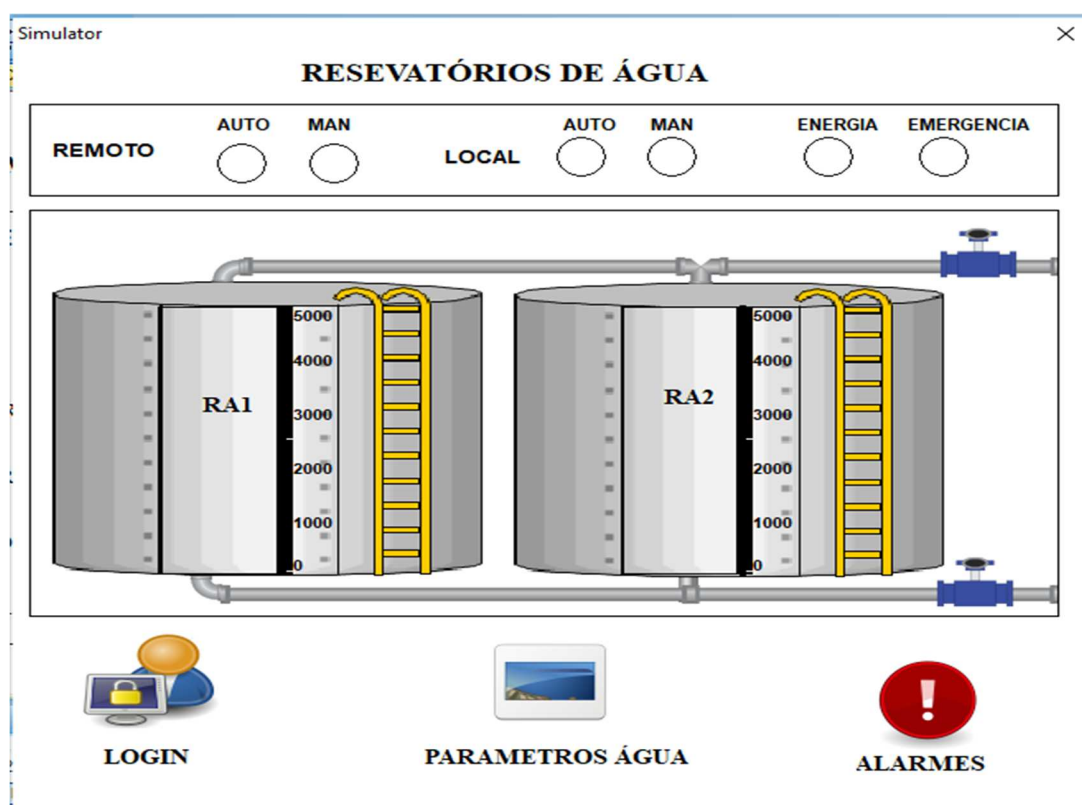



Figura 7-11 - Layout Inicial da instalação

No layout “**Parâmetros da Qualidade e Quantidade da Água**”, Figura 7-12 o utilizador pode consultar os valores dos níveis da água nos reservatórios, os caudais de entrada e saída de água e os respetivos totalizadores, bem como os valores do PH, ORP e condutividade que representam a qualidade da água.

Simulator

PARAMETROS DA QUALIDADE E QUANTIDADE DA ÁGUA

QUANTIDADE	QUALIDADE
NÍVEL RA 1 <input style="width: 80%;" type="text"/> m3	VALOR PH <input style="width: 80%;" type="text"/>
NÍVEL RA 2 <input style="width: 80%;" type="text"/> m3	VALOR ORP <input style="width: 80%;" type="text"/>
CAUDAL ENTRADA <input style="width: 80%;" type="text"/> m3	CONDUTIVIDADE <input style="width: 80%;" type="text"/>
TOTALIZADOR ENTRADA <input style="width: 80%;" type="text"/> m3	
CAUDAL SAIDA <input style="width: 80%;" type="text"/> m3	
TOTALIZADOR SAIDA <input style="width: 80%;" type="text"/> m3	


INICIO
 HORA
 : :



ALARMES
 DATA
 : :

Figura 7-12 – Layout dos Parâmetros da Qualidade de Quantidade da Água

No **Layout de Alarmes**” Figura 7-13, o utilizador pode consultar os alarmes ativos referente ao funcionamento da instalação em tempo real e fazer o reset dos mesmos.

Simulator

MENU DOS ALARMES

ALARME NÍVEL MINIMO <input type="radio"/>	ALARME FALHA ENERGIA <input type="radio"/>
ALARME NÍVEL MAXIMO <input type="radio"/>	ALARME ORP MINIMO <input type="radio"/>
ALARME VALOR PH BAIXO <input type="radio"/>	ALARME CONDUTIVIDADE ALTO <input type="radio"/>
ALARME VAPOR PH ALTO <input type="radio"/>	ALARME CONDUTIVIDADE BAIXO <input type="radio"/>


INICIO


PARAMETROS ÁGUA

HORA
 : :

DATA
 : :

Figura 7-13 – Layout dos Alarmes

- **Layouts para o HMI na Estação de Bombagem**

O “**Layout inicial**” (Figura 7-14), apresenta ao utilizador o modo de funcionamento da instalação, o estado das eletrobombas e ainda o acesso aos outros menus. Em todos os Layout estão presentes ícones que permitem navegar através de todos os layouts da consola.

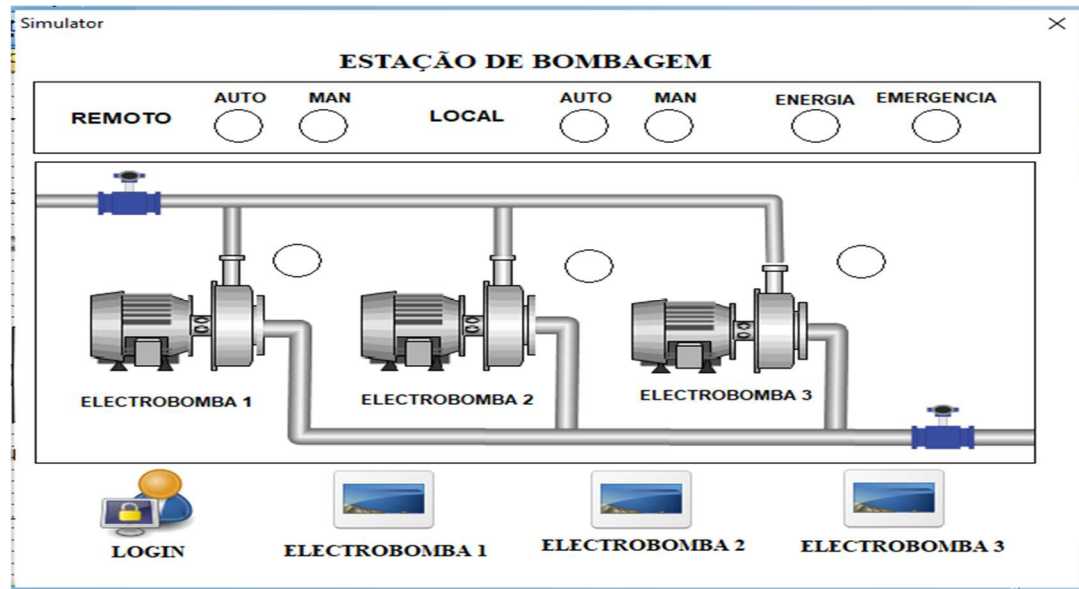


Figura 7-14 – Layout Inicial da Estação de Bombagem

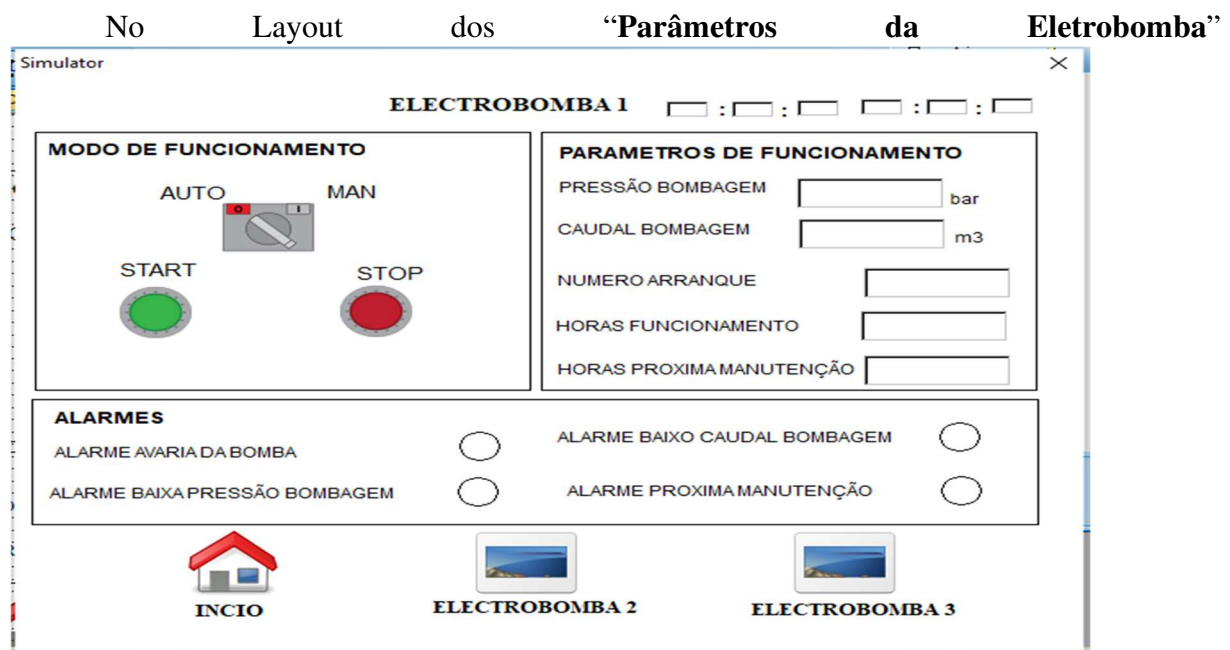


Figura 7-15, dispõe os parâmetros do controlo do funcionamento da eletrobomba, os alarmes referentes ao mesmo, bem como a possibilidade de acionamento remoto.

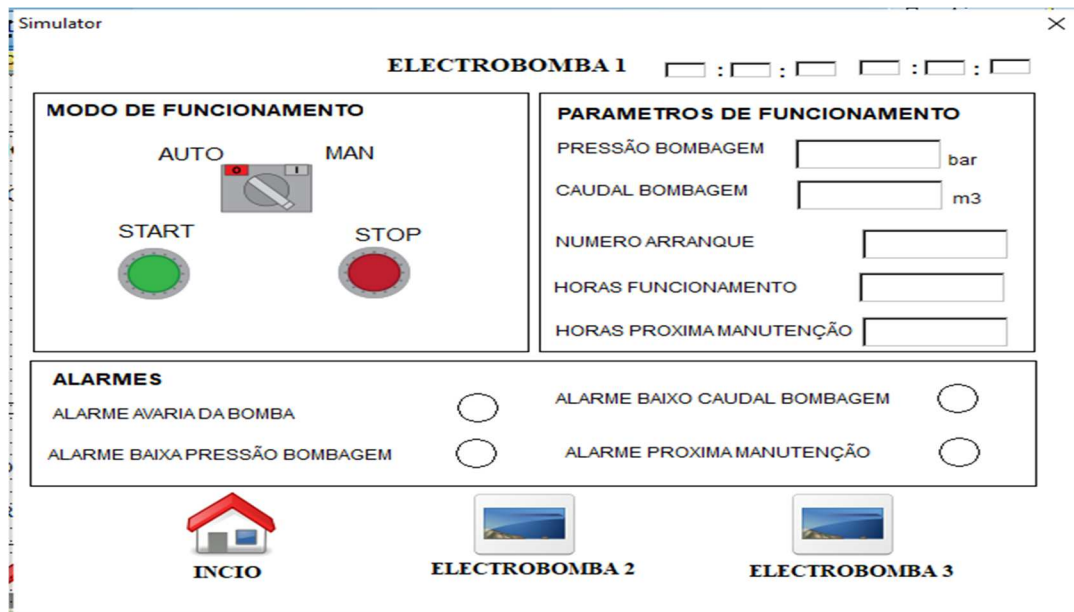


Figura 7-15 – Layout Parâmetros da Eletrobomba

- **Layouts, para o HMI na Estação de Bombagem com Câmara de Aspiração**

O “**Layout inicial**” Figura 7-16, apresenta ao utilizador uma visão geral da instalação, nomeadamente o modo de funcionamento da instalação, bem como o acesso aos outros menus. Em todos os menus estão presentes ícones que permite navegar através de todos os menus da consola.

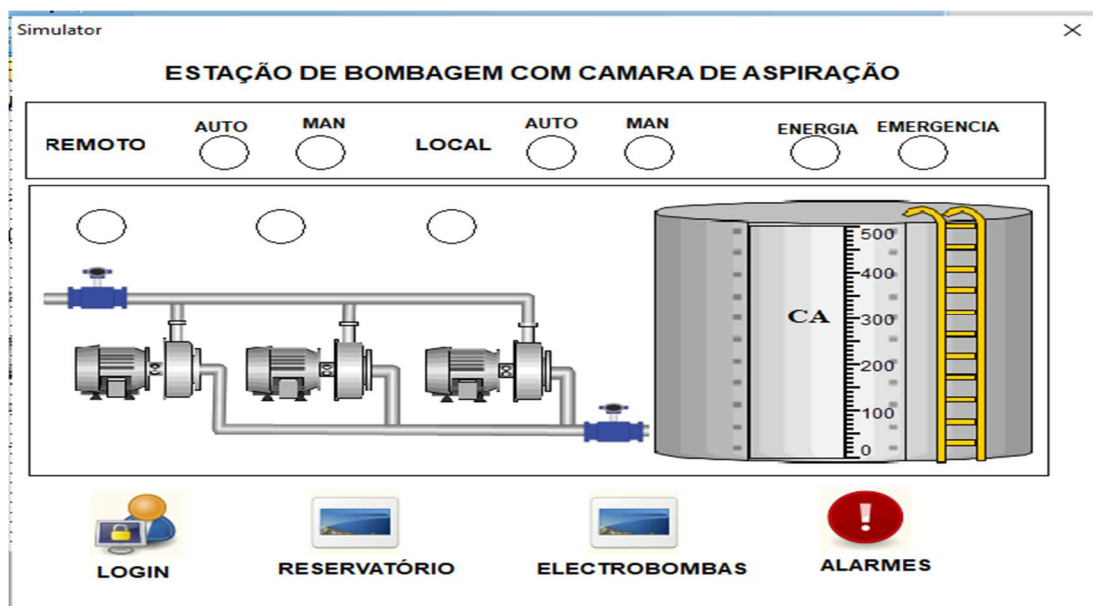


Figura 7-16 - Layout Inicial da Instalação

O Layout “**Parâmetros da Câmara de Aspiração**” Figura 7-17, apresenta ao utilizador o nível da água na câmara, os caudais de entrada e saída de água e os respetivos totalizadores, bem como os valores do PH, ORP e condutividade que representam a qualidade da água.

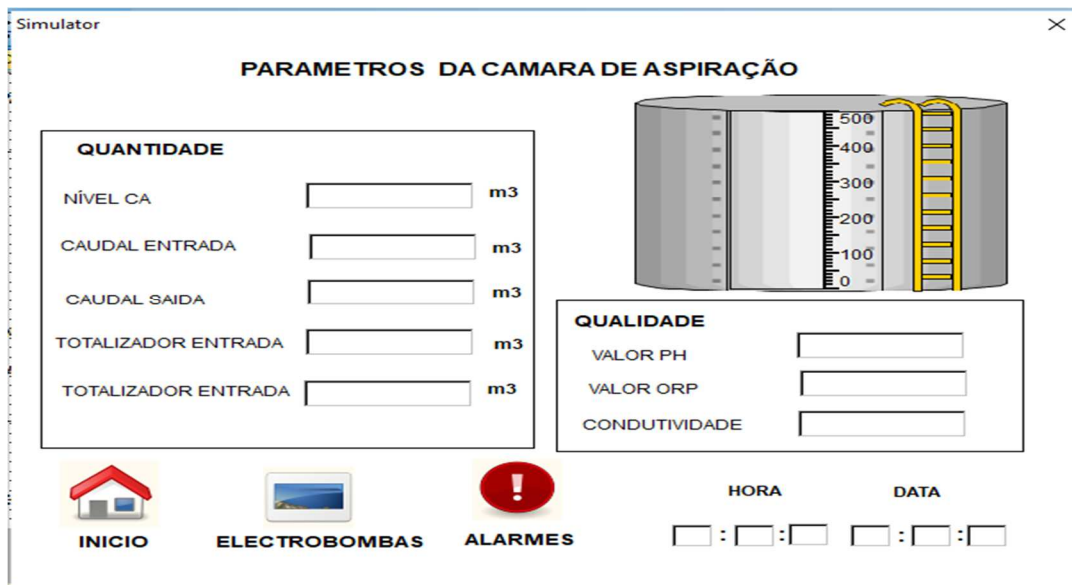


Figura 7-17 – Layout da Câmara de Aspiração

O Layout “**Parâmetros da Estação de Bombagem**” Figura 7-18, dispõe os parâmetros do controlo do funcionamento das eletrobombas.

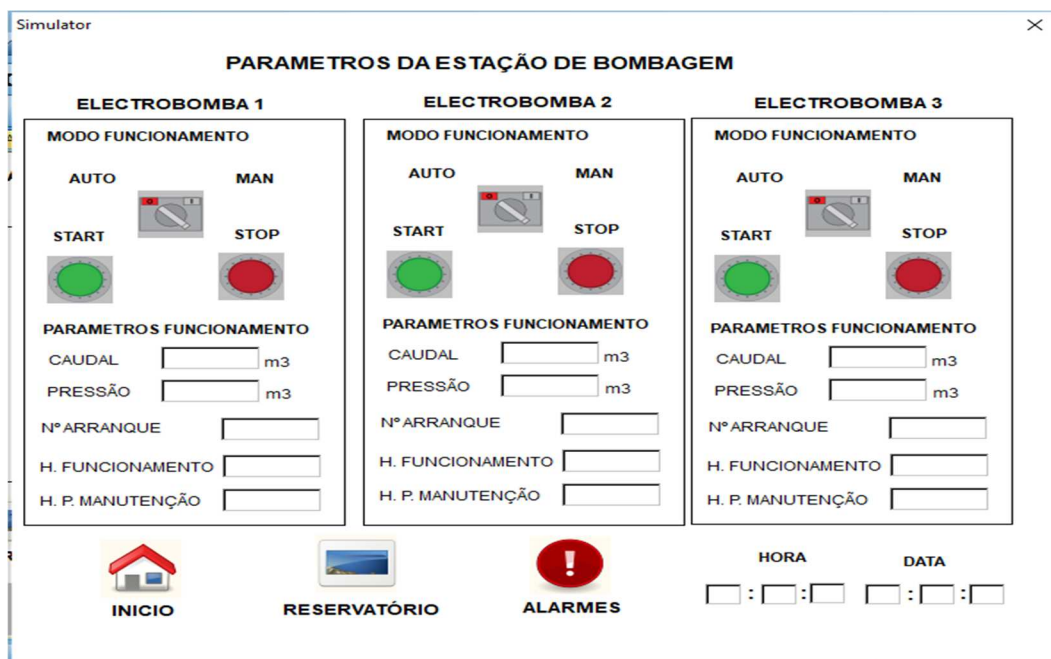


Figura 7-18 – Layout dos Parâmetros da Estação de Bombagem

No "Menu dos Alarmes" Figura 7-19, o utilizador pode consultar os alarmes ativos referente ao funcionamento da instalação em tempo real e fazer o reset dos mesmos.



Figura 7-19 - Layout dos Alarmes