

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**  
**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA**



**TELEGESTÃO DE REDE DE REGA EM APROVEITAMENTOS  
HIDROAGRÍCOLAS**

Alfredo António Martins Cavaco

Relatório de Atividade Profissional para obtenção de Mestrado em

Engenharia Eléctrica Electrónica

Especialização em Tecnologias de Informação e Telecomunicações.

**Tutor:** Professor Doutor Ivo Manuel Valadas Marques Martins

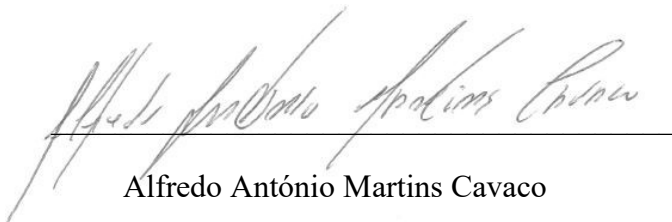
Julho, 2016





### **Declaração de autoria de trabalho**

Declaro ser o autor 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.



---

Alfredo António Martins Cavaco

*Copyright © 2016. All rights reserved to Alfredo António Martins Cavaco. 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, non-commercial, purposes, as long as credit is given to the author and publisher.*

Copyright © 2016. Todos os direitos reservados em nome de Alfredo António Martins Cavaco. A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **AGRADECIMENTOS E DEDICATÓRIA**

A elaboração deste relatório só foi possível porque tenho o privilégio de colaborar numa empresa que me permite participar em projectos de carácter inovador e únicos em Portugal, pois todos os projectos que exponho neste documento são fruto da minha colaboração com a Hubel Industria da Água, SA.

Deste modo manifesto a minha gratidão a todos os colaboradores do Grupo Hubel com quem tive, e tenho, o privilégio de colaborar, com especial apreço para a Eng.<sup>a</sup> Mónica Neves pela sua partilha de conhecimentos sobre a temática dos aproveitamentos hidroagrícolas.

A nível pessoal agradeço e dedico este relatório à minha família e amigos pelo apoio que me prestaram durante esta etapa da minha vida académica, com especial apreço para o Abel Conceição.

For fim, gostaria de deixar uma palavra de apreço ao meu orientador de mestrado, Professor Doutor Ivo Manuel Valadas Marques Martins, pelo acompanhamento e aconselhamento prestado na execução deste relatório.

Alfredo António Martins Cavaco, 25 de Julho de 2016

## RESUMO

O apoio ao desenvolvimento da agroindústria está na génese do Grupo Hubel, quer na vertente agronómica quer nas vertentes tecnológicas, como por exemplo telecomunicações, tecnologias de informação e automação.

A agroindústria carece de tecnologias fiáveis, eficientes, inovadoras e competitivas de modo a dar resposta às crescentes necessidades desta indústria para possibilitar um aumento de eficiência e rentabilidade.

Dentro da agroindústria, a agricultura está a assistir a uma revolução tecnologia denominada “Agricultura de Precisão”, esta agricultura assenta na premissa que é possível medir, prever e actuar em todos os factores que interfiram com o bom desenvolvimento das culturas de modo a minimizar os riscos de perdas de capitais e racionalização dos recursos naturais disponíveis.

Para melhor gerir, armazenar, contabilizar e racionalizar a água para a rega, foram criados em Portugal diversos aproveitamentos hidroagrícolas, com especial incidência na zona de influência da barragem do Alqueva.

Enquanto colaborador do Grupo Hubel, tive o privilégio de participar no projecto e na construção de vários destes aproveitamentos, ao nível da automatização das redes de rega e no desenvolvimento de sistemas de informação para o seu controlo e gestão.

No presente relatório descrevo essencialmente as actividades, enquanto profissional de engenharia, que desenvolvi na concepção e instalação dos sistemas de automatização acima referidos. Dando especial enfoque ao projecto, à análise de soluções e de arquiteturas de comunicação e de automação, realçando os aspectos de aquisição e comunicação de dados.

Por último, efectuo uma pequena abordagem às redes LPWAN em que assentam a maioria das soluções IoT.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aproveitamentos Hidroagrícolas, Redes Privativas, ANACOM, sistema monocabo, LPWAN.

## **ABSTRACT**

Hubel is invested in the development of agricultural business, both in the agricultural component and in the technological aspects, such as telecommunications, information technology and automation.

The agricultural industry needs reliable, efficient, innovative and competitive technologies to meet the growing needs of this industry to enable increased efficiency and profitability.

Within this industry, agriculture is witnessing a technology revolution with the "Precision Agriculture". This is based on the premise that it is possible to measure, predict and act on all the factors that enhances the development of crops in order to minimize the risk of loss of capital and rationalization of available resources.

To better manage, store, measure and rationalize water for irrigation, were created in Portugal several irrigation projects, with particular emphasis in the area of influence of the Alqueva dam.

While developer in Hubel Group, I had the privilege to take part on the design and construction of many of these exploitations, in the automation of irrigation systems and the development of information systems for control and management.

This report describe the activities while professional engineering that developed the design and installation of the automation systems above mentioned. Giving special attention to design, analysis and communication solutions and architectures, highlighting aspects of acquisition and data communication.

Finally, there is a small approach to LPWAN networks mostly based in IoT solutions.

**KEYWORDS:** Hydroagriculture, Private Networks, ANACOM, monocable system, LPWAN.

## ÍNDICE

1	Introdução.....	1
1.1	Objectivos .....	1
2	Estrutura do Relatório.....	2
3	Identificação do Grupo Hubel .....	3
3.1	Hubel Industria da Água, Sa .....	4
4	Percurso Profissional .....	6
5	Estado da Arte - novas tecnologias e tendências .....	10
5.1.1	Módulos iM880A .....	13
6	Telegestão de redes de rega em Aproveitamentos Hidroagrícolas.....	14
6.1	Tipologia – “Rádio” .....	18
6.2	Tipologia – “Monocabo” .....	22
6.3	Centro de Controlo.....	26
6.3.1	Redes de Comunicação.....	26
6.3.2	Equipamentos de Automação .....	28
6.3.3	Sistema de supervisão.....	30
7	Projecto de telegestão de redes de rega em aproveitamentos hidroagrícolas.....	44
7.1	Projecto - Tipologia Rádio.....	45
7.1.1	Contexto de Aplicação na ANACOM .....	45
7.1.2	Concepção de um projecto de “Serviço móvel terrestre privativo”.....	54
7.1.3	Base Teórica – Modelo de Propagação .....	64
7.1.4	Cálculo das ligações Ponto a Ponto.....	68
7.2	Concepção de um projecto de “monocabo” .....	79
7.2.1	Localização dos pontos de implantação dos hidrantes .....	79
7.2.2	Definição dos dados de projecto.....	79
7.2.3	Configuração e Ensaios .....	80
7.3	Comparação de sistemas .....	83
7.4	LPWAN - Aplicação em Aproveitamentos Hidroagrícolas.....	86
8	Conclusão .....	87
9	Bibliografia.....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Empresas do Grupo Hubel .....	3
Figura 2 - Áreas de actuação da Hubel Industria da Água, Sa .....	4
Figura 3 - Posicionamento das redes LPWAN .....	10
Figura 4 - Previsão de equipamentos em redes LPWAN .....	11
Figura 5 – Cidade de Olhão – Estudo cobertura <i>LoRa</i> .....	12
Figura 6 – Módulo rádio iM880A com o integrado Lora.....	13
Figura 7 - Aproveitamentos hidroagrícolas .....	14
Figura 8 - Hidrante em aproveitamentos hidroagrícolas .....	15
Figura 9 - Boca de rega, contador com emissor de impulsos e solenoide <i>latch</i> .....	15
Figura 10 - Diagrama de comunicações – Tipologia Rádio .....	18
Figura 11 - Unidades concentradoras rádio .....	20
Figura 12 – Aplicação informática – Irrigation Suite.....	20
Figura 13 - UTR's Rádio, Antena Lamba e Pack de pilhas de Lítio .....	21
Figura 14 - Diagrama de comunicações – Tipologia Monocabo.....	22
Figura 15 - Exemplo de um Ramal monocabo .....	23
Figura 16 - Unidades concentradoras monocabo .....	24
Figura 17 - UTR's monocabo .....	25
Figura 18 - Cabo para ramais monocabo .....	25
Figura 19 – Estação elevatória de Brinches .....	26
Figura 20 – Rede de Comunicações .....	27
Figura 21 – Esquema de uma rede de comunicações .....	28
Figura 22 - Configuração de PLC .....	29
Figura 23 – Sistema Supervisão – ecrã principal. ....	31
Figura 24 – Representação do aproveitamento hidroagrícola .....	32
Figura 25 - Representação de um bloco de rega.....	33
Figura 26 - Representação de um hidrante .....	34
Figura 27 - Representação da medida de um sensor de pressão.....	34
Figura 28 - Sistema de Supervisão - Estação Elevatória .....	35
Figura 29 - Controlo de uma electrobomba.....	36

Figura 30 - Controlo de um reservatório hidropneumático .....	37
Figura 31 – Controlo de um filtro automático .....	38
Figura 32 - Controlo de um medidor de caudal.....	39
Figura 33 - Menu de Relatórios .....	40
Figura 34 - Menu de gestão de regantes .....	41
Figura 35 - Menu de gestão e configurações .....	41
Figura 36 – Sistema de Supervisão - Scripts .....	43
Figura 37 – Conversão de coordenadas .....	54
Figura 38 – Localização dos pontos chaves .....	55
Figura 39 - Configuração das propriedades da rede - parâmetros.....	58
Figura 40 – Configuração das propriedades da rede - topologia.....	59
Figura 41 - Configuração das propriedades da rede – membros .....	60
Figura 42 - Configuração das propriedades da rede – sistemas emissores.....	60
Figura 43 - Configuração das propriedades da rede – sistemas receptores.....	61
Figura 44 - Mapa de cobertura .....	62
Figura 45 - Ábaco de índices de refração .....	65
Figura 46 - Condutividade do solo .....	66
Figura 47 - Resumo do cálculo de uma ligação ponto a ponto .....	69
Figura 48 - Frequências isentas de licença de estação.....	71
Figura 49 - Exemplo de um diagrama de rede.....	72
Figura 50 - Exemplo de um perfil radial .....	74
Figura 51 – Instalação de unidades concentradoras .....	77
Figura 52 – Automatização de hidrantes .....	78
Figura 53 - Equipamento de medida da resistência de isolamento. Instalação do monocabo em vala.....	81
Figura 54 – Automatização de hidrantes .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Configuração PLC's .....	29
Tabela 2 – Projectos desenvolvidos .....	44
Tabela 3 - Distribuição dos modelos celulares pelas faixas de frequências e respectivos modos de funcionamento.....	51
Tabela 4 - Densidade de canais em regime de ocupação partilhada e agrupamento de redes por escalões de estações móveis .....	51
Tabela 5 - Características dos equipamentos activos e passivos .....	57
Tabela 6 - Extrato de um mapa resumo - UC @ UTR .....	63
Tabela 7 - Valores de Condutividade e Permissividade dos solos .....	66
Tabela 8 - Folha de cálculo do sistema fotovoltaico .....	76
Tabela 9 - Características dos equipamentos monocabo .....	80
Tabela 10 - Taxas de licenciamento de frequências .....	85



## LISTA DE ACRÓNIMOS

ANACOM		Autoridade Nacional de Telecomunicações
CAE		Código de Actividade Económica
EAM		Enlace Agronic Monocabo
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>	Sistema integrado de gestão empresarial
FB		Estação base
FML		Estação fixa de comando na frequência
FSK	<i>Frequency Shift Keying</i>	
FX		Estação fixa de comando
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>	
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i>	
IoT	<i>Internet of Things</i>	
IP		Índice de protecção
ITED		Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
LPWAN	<i>Low Power Wide Area Network</i>	
MAM		Módulo Agronic Monocabo
OBDC	<i>Open Database Connectivity</i>	
P.A.R.		Potência Aparente Radiada
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>	
NIF		Número de identificação fiscal
QNAF		Quadro Nacional de Atribuição de Frequências
UC		Unidade Concentradora
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>	
UIT-R		Regulamento das Radiocomunicações
UR		Unidades Repetidoras
UTR		Unidade Terminal Remota
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>	
SHDSL	<i>Symmetric high-speed digital subscriber line</i>	
SQL	<i>Structured Query Language</i>	
SMT		Serviço Móvel Terrestre
SRMT	<i>Space Shuttle radar Terrain Mapping Mission</i>	
ITS	<i>Institute for Telecommunications Science</i>	
USGS	<i>U. S. Geological Survey</i>	
VHF	<i>Very High frequency</i>	
WAN	<i>Wide Area Network</i>	
WGS84	<i>World Geodetic System, year 84</i>	

# 1 Introdução

O Relatório da Atividade Profissional pretende sintetizar a prestação profissional de um Engenheiro Técnico Eletrotécnico, que desempenha funções na área da engenharia e ir de encontro ao descrito no Despacho RT.033/2011. Este Despacho, permite que os licenciados pré-Bolonha obtenham os créditos relativos ao projeto através da apresentação de um Relatório de Atividade Profissional.

No decorrer da minha atividade profissional tive o privilégio de participar em vários projetos desafiantes quer ao nível tecnológico quer ao nível da coordenação de equipas e gestão de recursos financeiros.

Participei em projetos que cobrem todo o ciclo da água, desde a sua captação, tratamento, distribuição, armazenamento, aplicações consumo e tratamento final para a sua devolução ao meio ambiente.

De todos os tipos de projetos em que participei, considero que os projetos de telegestão de redes de rega em aproveitamento hidroagrícolas são os projetos mais complexos e abrangentes em termos de telecomunicações e automação distribuída. Nesta tipologia de projetos, há a expectativa que a entidade instaladora elabore o projeto de execução tendo como premissa a tecnologia que é detentora ou que representa em Portugal.

Deste modo, foram estes de projetos que me permitiram um maior grau de liberdade e responsabilidade na definição da solução a implementar.

## 1.1 Objectivos

Como objectivo principal proponho-me a efectuar uma descrição das premissas em que assentam os projectos de telegestão de redes de rega em aproveitamento hidroagrícolas e descrever os processos, as tecnologias e soluções que adoptei para a execução destes projectos.

Em complemento proponho-me a efectuar uma breve abordagem às tecnologias *LPWAN*. Particularizando na tecnologia *LoRa*, pois estou a implementá-la em projectos de telecontagem residencial.

Saliento também, que o “Capítulo 7” foi desenvolvido com o intuito de poder ser útil a nível académico, pois exemplifico um modo de se projectar e licenciar uma rede de “Serviço Móvel Terrestre Privativo”, e apresento também, uma aplicação informática, gratuita, que permite efectuar cálculos de cobertura rádio e sinal rádio.

## **2 Estrutura do Relatório**

Numa primeira fase efetuo uma descrição sucinta da empresa onde exerço e pratico funções de engenharia e descrevo pormenorizadamente o meu percurso profissional desde que terminei a Licenciatura em Engenharia Eléctrica Electrónica, especialização em Tecnologias de Informação e Telecomunicações.

Numa primeira fase, abordo a temática da “*Internet of Things*” e como esta revolução tecnológica poderá ser aplicada nos projectos de automatização das redes de rega.

Numa segunda fase, abordo a temática da telegestão das redes de rega em aproveitamentos hidroagrícola, no que diz respeito às necessidades de automação, soluções e tecnologias aplicadas.

No apêndice (A) apresento os certificados das formações a que assisti pois fazem parte integrante do meu percurso e experiência profissional.

É de notar, que o presente relatório de atividades foca-se em projectos realizados enquanto colaborador da empresa “Hubel Industria da Água, SA” que está inserida no Grupo Hubel.

### 3 Identificação do Grupo Hubel

O Grupo Hubel foi fundado em 1982 [1], está desde o início da sua atividade ligado às áreas da água e da eletricidade. O crescimento contínuo da atividade, aliado a uma aposta contínua na inovação e no desenvolvimento de novas soluções, permitiu o início da diversificação das suas áreas de negócio na década de 1990.

Atualmente o Grupo Hubel está presente no sector da indústria da água, assim como nas áreas dos métodos produtivos e da nutrição vegetal, aqui com forte destaque para os adubos líquidos. Na Figura 1, estão representados os logotipos das empresas que compõem o Grupo Hubel.



Figura 1 – Empresas do Grupo Hubel

A diversificação registada é o resultado de uma aposta no capital humano e no conhecimento, na inovação constante, mas também na capacidade de identificar constantemente novas oportunidades como forma de resposta aos desafios que diariamente são colocados às empresas por um mercado em constante mutação.

O Grupo Hubel conta com mais de 175 colaboradores que desenvolvem diariamente a sua atividade nas 3 áreas de negócio do Grupo:

- Indústria da Água
- Nutrição Vegetal e Métodos Produtivos
- Produção Agrícola

### 3.1 Hubel Industria da Água, Sa

A Hubel Indústria da Água exerce a sua atividade desde 1982, na comercialização e implementação de soluções para o uso e gestão da água, nos sectores do abastecimento, tratamento e reutilização.

Visto que os recursos hídricos ao dispor da sociedade são um dos elementos fundamentais para o seu crescimento e desenvolvimento, o objectivo da Hubel Industria da Água é disponibilizar soluções eficazes e eficientes que permitam satisfazer as necessidades presentes sem comprometer o desenvolvimento das gerações futuras.

A sua aposta na diferenciação tem como base a inovação e o desenvolvimento de novas soluções, com o objectivo de potenciar a transferência de valor para o mercado.

Desta forma, a Hubel Industria da Água conta como parceiros os principais fabricantes mundiais de equipamentos para o sector, de modo a permitir disponibilizar ao mercado soluções robustas e tecnologicamente avançadas.

Presente em todo o território nacional, a Hubel Indústria da Água, conta com grupo de profissionais multidisciplinares, que permitem atender e desenvolver soluções que vão ao encontro das necessidades do mercado.

A aposta no conhecimento e na formação contínua do “saber”, permite agregar diversas competências, desde a hidráulica, eletrotecnia, engenharia do ambiente, metalomecânica até às tecnologias de informação e telecomunicações. A Figura 2, pretende ilustrar as áreas de actuação e intervenção da Hubel Industria da Água, Sa [1].

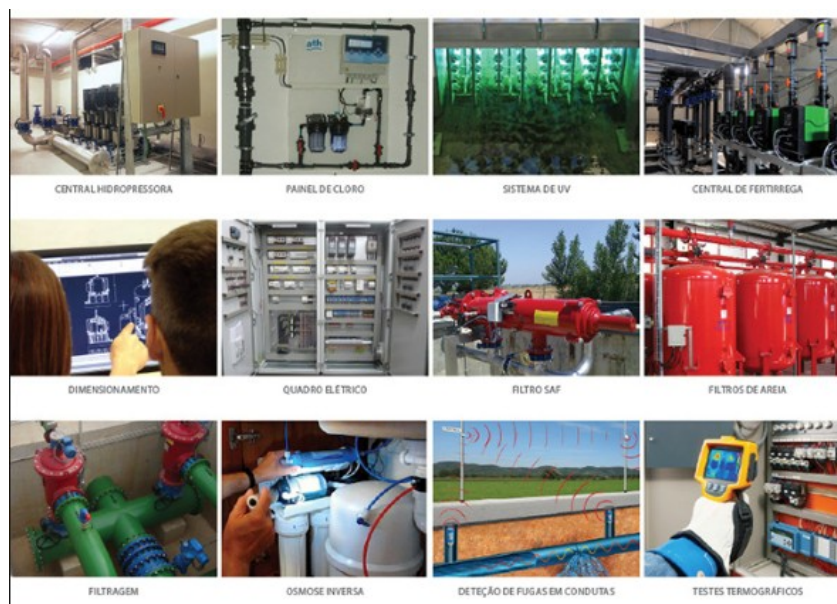


Figura 2 - Áreas de actuação da Hubel Industria da Água, Sa

A Hubel Industria da Água, Sa conta com mais de 60 colaboradores que desenvolvem diariamente a sua atividade nas seguintes atividades:

- Abastecimento de água;
- Tratamento de água;
- Reutilização de águas residuais;
- Aproveitamentos hidroagrícolas;
- Gestão eficiente das redes de abastecimento de água;

## **4 Percurso Profissional**

Ao longo da minha carreira profissional sempre procurei alargar os meus conhecimentos, em diversas áreas do saber, através de acções de formação ou através da frequência em cursos universitários como é o caso do Bacharelato em Engenharia Eléctrica Electrónica, ramo de Sistemas de Energia e Controlo.

Esta aprendizagem contínua permitiu-me construir um percurso profissional que se tem pautado por uma crescente assunção de responsabilidades decorrentes das minhas capacidades de liderança, de gestão de equipas e conhecimentos técnicos.

Nos itens abaixo, irei efectuar uma descrição sucinta do meu percurso profissional e das funções que desempenhei.

### ***2000 - Digiterium***

O meu percurso profissional iniciou-se em Março de 2000 através de um estágio profissional, com duração de nove meses, na empresa Digiterium onde desempenhei as funções de técnico de electrónica com responsabilidades na instalação e reparação de em sistemas de vigilância.

Em complemento com as funções de técnico de electrónica elaborei e publiquei o “site” da empresa onde descrevi a empresa, cataloguei os produtos e serviços disponibilizados. Efetuei a tradução para Português de vários manuais técnicos de instalação, configuração e manutenção dos sistemas de vigilância comercializados pela Digiterium.

### ***2001 – Ingresso no Grupo Hubel***

Em Janeiro de 2001, ingressei no Grupo Hubel na empresa Hubel Eletrotecnia e Bombagem, para desempenhar as funções de engenheiro eletrotécnico com valências em automação, telecomunicações e electrónica.

Nesta função tive como objectivo elaborar projetos e prestar serviços especializados, promovendo o desenvolvimento e a actualização tecnológica, nas áreas da automação, electrónica e telecomunicações dentro do Grupo Hubel.

No decorrer destas funções desenvolvi aplicações informáticas para a interligação e comunicação de automatismos de rega com autómatos industriais.

Fomentei a utilização de programadores de rega, autómatos programáveis e microprocessadores e fui responsável pela deteção de avarias e reparação dos controladores eletrónicos existentes nos programadores de rega.

Elaborei projetos de conceção de automatismos industriais, em particular quadros elétricos de automação assegurando também os seus ensaios em oficina e colocação em serviço.

O desempenhar desta função deu-me o aporte necessário para consolidar os conhecimentos de automação industrial e de eletrónica, mas fomentou-me a necessidade de conhecimento nas áreas de eletrónica de potência e projeto e execução de instalações elétricas.

Tendo sido esta necessidade de aprofundar conhecimentos que me levou a ingressar no Bacharelato de Sistemas de Energia e Controlo em 2004.

### ***2002 / 2003 – Acumulação de Funções***

A partir de Janeiro 2002 e até Dezembro 2003 acumulei as funções de Administrador da Rede Informática do Grupo Hubel, sendo que nesta função dei apoio à Direção do Grupo na definição das políticas de gestão das tecnologias de informação, particularmente no que respeita à gestão da rede, às aplicações de suporte à informação e ao sistema de comunicação, garantindo o seu alinhamento com a estratégia e os objectivos do Grupo Hubel.

Propus e assegurei a existência de mecanismos adequados para garantir a segurança do sistema e a sua utilização pelos colaboradores, zelei pelo grau de compatibilização e de desenvolvimento dos recursos disponíveis com as necessidades das empresas do Grupo e fui responsável pela dinamização das práticas utilizadas ao nível da utilização do sistema, garantindo a articulação destas práticas com a estratégia do Grupo.

Como principais funções operacionais efetuei a administração da rede (gestão/manutenção das aplicações informáticas; acessos e outros) e assegurei a manutenção de bases de dados com as especificações dos equipamentos e do sistema de controlo de custos e proveitos (telemóveis, central telefónica, intrusão), a parametrização/manutenção/reparação do equipamento informático/telecomunicações e as operações de segurança (realização de back-ups, arquivo e guarda).



### ***2004 / 2009 – Chefia de Departamento***

Com o crescimento e consolidação do Grupo Hubel houve a necessidade de reforçar as equipas de automação e gestão da rede informática. Com este reforço surgiu a necessidade interna de criar um departamento para a gestão e difusão do conhecimento da eletricidade, telecomunicações e informática. Assim sendo, a partir de Janeiro de 2004 assumi a responsabilidade do Departamento de Eletrotécnia, Técnicas de Informação e ID.

Em termos de atribuição de funções e responsabilidades foi em tudo idêntico às funções desempenhadas até a data, com a complementaridade da gestão e coordenação do trabalho de 2 colaboradores que reforçaram o departamento.

A partir de 2004 fui o responsável pela implementação e configuração das aplicações de gestão do Grupo Hubel (ERP), o que implicou dotar-me de conhecimentos de gestão para a elaboração de relatórios e ferramentas de análise financeira.

Fui responsável pela criação da intranet do Grupo Hubel e pela criação da WAN (*wide area network*) de interligação das diversas delegações do Grupo Hubel (Algarve, Porto de Muge, Alpiarça, Salvaterra de Magos e Coruche) que foram criadas nesse período temporal.

No início de 2006 houve a decisão de criar, dentro do Grupo Hubel, um departamento autónomo para gestão da rede informática e de apoio as aplicações de gestão. Deste modo, deixei de exercer as funções de administrador da rede informática e o departamento que coordenava passou a denominar-se por “Departamento de Eletrotécnia”.

De 2004 a 2009, o número de colaboradores e parque informático instalado quadruplicou passando de 20/30 colaboradores para cerca de 90/100 colaboradores no universo do Grupo Hubel.

Em retrospectiva, considero que a configuração dos servidores de controlo de acessos e partilha de ficheiros, os sistemas de correio eletrónico e os sistemas de roteamento de dados foram as tarefas mais desafiantes e complexas em que participei enquanto administrador da rede informática.

### ***2010 a 2012 – Direção de empreitadas e Obras Públicas***

Com o crescimento consolidado do Grupo Hubel, surgiu a necessidade de focar a Hubel Eletrotécnica e Bombagem, surgindo também uma alteração de denominação e a Hubel Eletrotécnica e Bombagem deu lugar à Hubel Indústria da Água.

Com a alteração estrutural da empresa o Departamento de Eletrotécnica foi extinto e surgiu um departamento de produção que englobou todas as valências necessárias para a execução de empreitadas públicas, há data, o departamento de produção era composto por engenheiros de produção com valências na eletricidade, automação, engenharia civil e mecânica.

Neste departamento assumi as funções de Engenheiro de Produção especialista em Eletrotécnica e Telecomunicações e assumi a direção técnica de empreitadas e obras públicas.

Tendo sido no decorrer destas funções que projetei e desenvolvi vários sistemas de automação e projetos radioelétricos.

### ***Após 2013 – Direção de Produção***

Em Janeiro de 2013 assumi a direção de produção da Hubel Indústria da Água em que tenho como principais funções a coordenação e dinamização da equipa de engenheiros de produção e pela equipa de técnicos de produção e pelas práticas utilizadas ao nível da gestão da equipa, nomeadamente no planeamento de atividades e estabelecimento dos programas de trabalho, desdobramento objectivos e monitorização de resultados individuais, gestão do desempenho, formação e motivação.

Participo na definição do plano estratégico e de negócios e sou responsável pela sua implementação na área relacionada com a produção, assegurando o estabelecimento e desdobramento de objectivos e o seu acompanhamento.

Sou responsável pela implementação de mecanismos internos de controlo da execução de projetos, obras e intervenções, garantindo a sua monitorização periódica.

Em complemento destas funções, como engenheiro especialista em telecomunicações, efetuo estudos e projetos nas áreas de telecomunicações, automação e eletricidade.

Dependendo do volume de obras em carteira coordeno 30/40 colaboradores entre administrativos, engenheiros e técnicos de obra.

## 5 Estado da Arte - novas tecnologias e tendências

Actualmente está em curso a denominada “Revolução Industrial 4.0”, também conhecida como *IoT*. O intuito desta revolução é permitir que todos os equipamentos electrónicos se liguem entre si em que o real e o virtual se unam para criar um mundo mais inteligente em diferentes segmentos da sociedade. Este conceito abarca diversas tecnologias, tornando-se um único sistema global.

Os sistemas *IoT* caracterizam-se por utilizarem sensores, para obterem as informações das “coisas” a qualquer hora e em qualquer lugar, por transmitirem dados em tempo real de uma maneira segura, através de uma rede de telecomunicação e por utilizarem um processamento inteligente, explorando a computação na nuvem e outras tecnologias de computação inteligente, processamento e análise de dados.

Existem inúmeras tecnologias para a transmissão de dados sem fios, como se ilustra na Figura 3[2]. Ao compararmos as tecnologias em termos de “largura de banda” em relação “ao alcance”, permite-nos visualizar o posicionamento das redes LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) em relação às outras tecnologias.

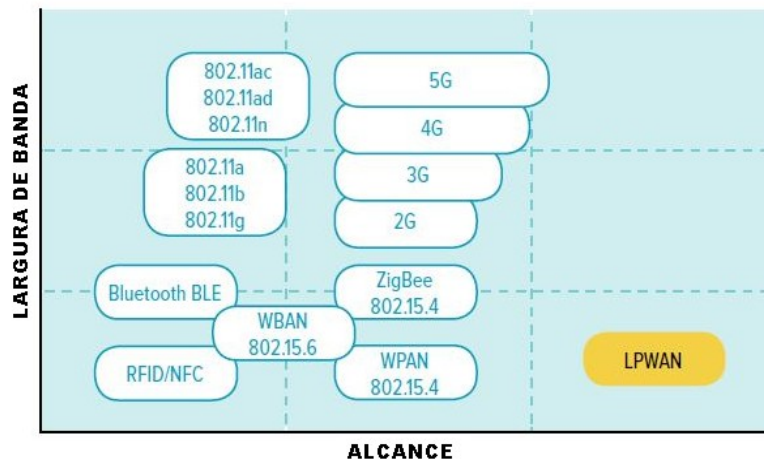


Figura 3 - Posicionamento das redes LPWAN

A tecnologia LPWAN está assente em equipamentos que operam com sensibilidades entre os 140 - 160dB, o que permite aumentar o alcance das transmissões. É comum que todos os equipamentos de recepção de tecnologia LPWAN, possuam sensibilidades na ordem dos -130dBm o que é um enorme ganho quando comparado com os -90 a -110 dBm das outras tecnologias rádio.

É de notar, que os equipamentos com -130 dBm detectam sinais dez mil vezes mais fracos que os equipamentos que operam a -90 dBm, sendo esta uma das principais vantagens da utilização desta tecnologia.

Outras das vantagens é o baixo custos dos equipamentos (na ordem das dezenas de euros), o baixo consumo (os equipamentos são desenhados para terem uma autonomia energética de cinco a dez anos), operação em frequências livre e as unidades concentradoras podem comunicar até com cinquenta mil dispositivos.

A *IoT* está a consolidar-se na indústria e estima-se que em 2020, haverá mais de 1.4 bilhões de dispositivos habilitados para estarem ligados a uma rede LPWAN rede, de acordo com a Agência Internacional de Energia, Figura 4 [3].

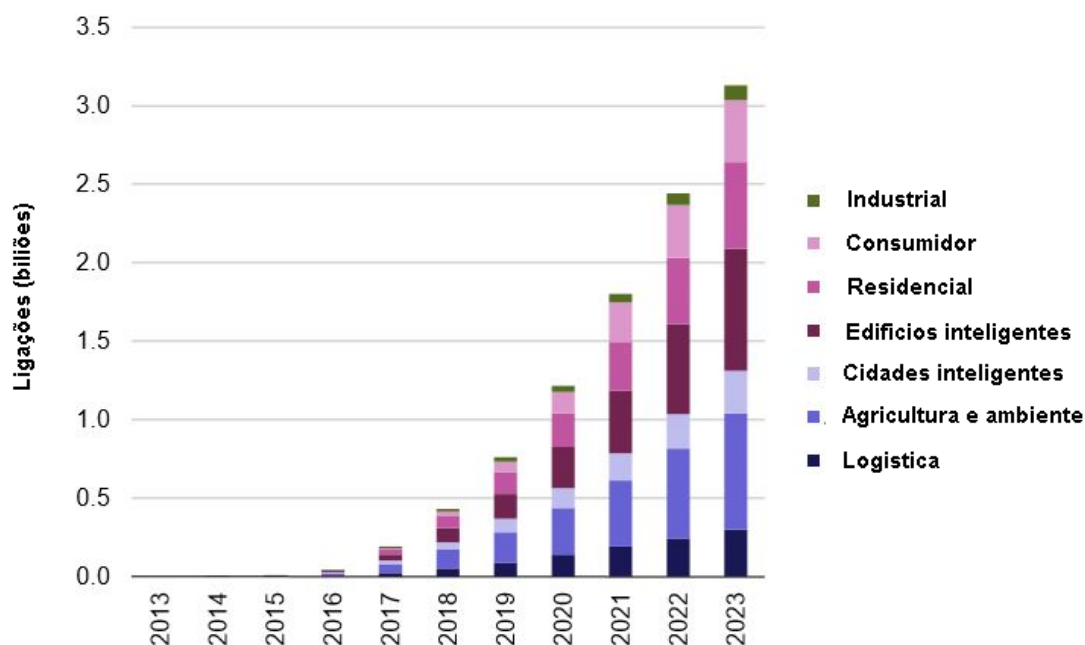


Figura 4 - Previsão de equipamentos em redes LPWAN

Actualmente existem várias empresas e organizações que se estão a posicionar e a desenvolver equipamentos rádio para operar nas redes LPWAN, de onde se destacam a *Link Labs*, *Figfox*, *LoRa Alliance* e *WAVIoT*.

No início do ano de 2016 a Hubel Industria da Água, iniciou uma pesquisa de mercado para identificar parceiros tecnológicos nesta área, em que eu sou o responsável pelo grupo de trabalho que testa as tecnologias e funcionalidades dos equipamentos.

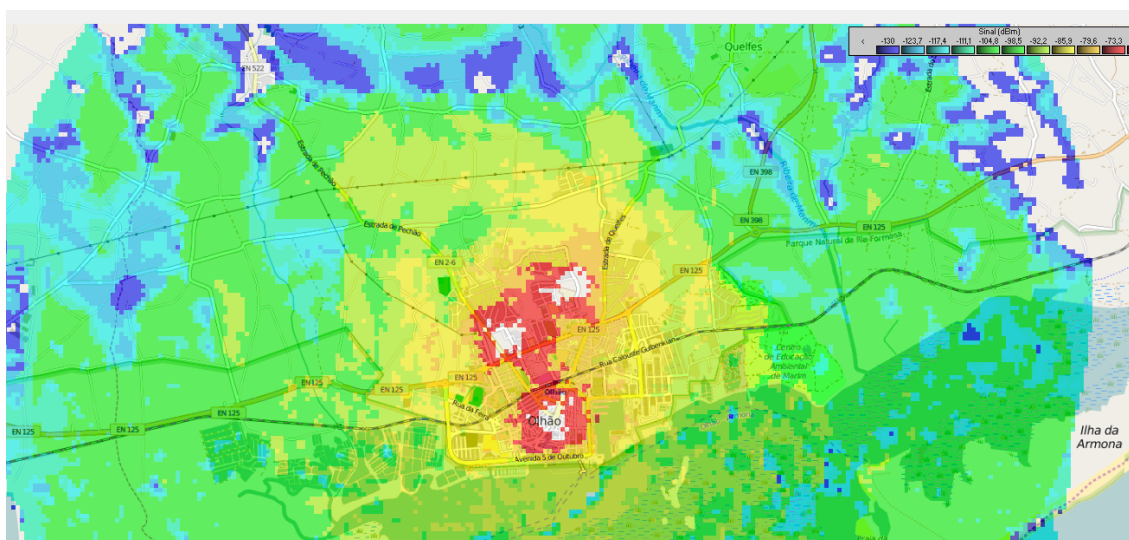
Já testamos equipamentos que operam sobre redes *SigFox* e sobre redes *LoRa*, sendo que a grande diferença entre estas duas “tecnologias” é que os equipamentos *SigFox*

operam sobre uma rede de telecomunicações de uma operadora, que disponibiliza as unidades concentradoras, e os equipamentos *LoRa* operam sobre uma rede particular em que o integrador necessita de instalar as unidades concentradoras.

Nas redes *SigFox*, os dados dos equipamentos/sensores são alojados nos servidores das operadoras de telecomunicações e são disponibilizados aos clientes mediante o pagamento de uma mensalidade.

Nas redes *LoRa*, o cliente é detentor de toda a rede o que o liberta de taxas de exploração e de acesso aos dados.

No segundo trimestre de 2016 fui o responsável por estudos de cobertura rádio em várias localidades, nomeadamente Olhão, Faro e Beja. Tendo verificado que é possível cobrir todo o perímetro da cidade com a utilização de unidades concentradoras *LoRa*. A título de exemplo, a cidade de Olhão é totalmente coberta com a utilização de três unidades concentradoras, como se ilustra na Figura 5.



**Figura 5 – Cidade de Olhão – Estudo cobertura *LoRa***

Estes estudos de cobertura foram executados utilizando as especificações técnicas de concentradoras e de transdutores da *Adeunis – RF* [4].

Estes estudos de cobertura irão servir como base para os ensaios em campo e para a instalação das unidades concentradoras que irão suportar a rede rádio *LoRa*. Está previsto que estas redes rádio sejam o suporte da telemetria de contadores de água para uso doméstico.

### 5.1.1 Módulos iM880A

As concentradoras e os transdutores da *Adeunis-RF*, estão equipados com módulos de comunicação rádio iM880A [5] desenvolvidos pela empresa *IMST GmbH*. Estes módulos incorporam os integrados *LoRa* que gerem a modulação do sinal rádio.

Estes módulos, Figura 6, são compactos e de baixo consumo e estão desenvolvidos para que sejam facilmente adaptáveis a equipamentos de campo reduzindo deste modo o tempo de desenvolvimento e programação de novos produtos.

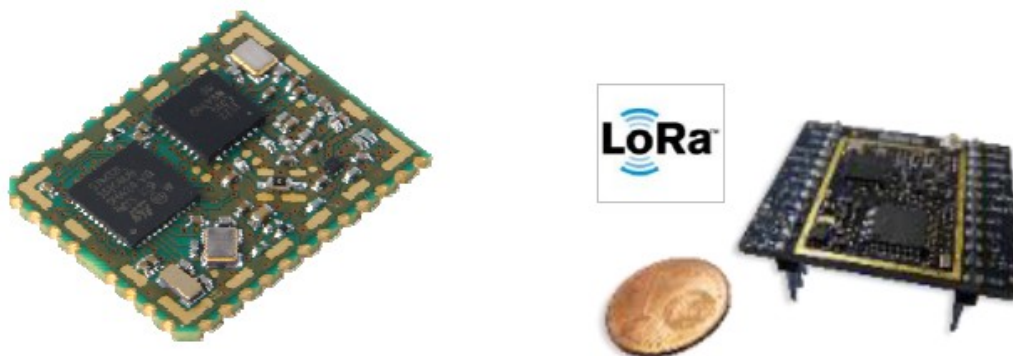


Figura 6 – Módulo rádio iM880A com o integrado Lora

Destacam as seguintes características:

- Módulo compacto 20 x 25 x 2mm
- Modulação LoRa
- Comunicação bidireccional
- Baixa sensibilidade: -137 dBm
- Módulos de entradas e saídas, digitais e analógicas
- Alcance ate 15 Km (linha de vista)

A técnica de modulação utilizada combina a modulação “*spread spectrum*” com uma técnica avançada de detecção e correcção de erros o que permite aumentar o alcance e a robustez das comunicações, quando comparadas com outras modulações de sinal como por exemplo a FSK, pois existem ganhos de sensibilidade na ordem do 8 dB.



## 6 Telegestão de redes de rega em Aproveitamentos Hidroagrícolas

Uma das atividades que desempenho, enquanto licenciado em Tecnologias de Informação e Telecomunicações, é participar na elaboração de projetos de telegestão de redes de rega em Aproveitamentos Hidroagrícolas.

Um aproveitamento hidroagrícola é uma rede comunitária de rega, que se estende por várias centenas de hectares de terreno, abrange várias dezenas de agricultores e tem como objectivo disponibilizar água, a parcelas de terreno, em permanência, em quantidade suficiente e com uma determinada pressão de serviço.

Para atingir este objectivo, na maioria dos aproveitamentos hidroagrícolas, são construídas barragens para o armazenamento de água, estações de filtração para o seu tratamento e estações elevatórias para a pressurização da rede de rega, como se pretende ilustrar na Figura 7.



Figura 7 - Aproveitamentos hidroagrícolas

O que todos os aproveitamentos hidroagrícolas possuem em comum, é uma rede de condutas, ramais e ramificações para a distribuição de água e no final de cada ramificação um órgão denominado por hidrante. Os hidrantes são equipamentos que se situam na transição entre a rede coletiva e as instalações de rega individuais.

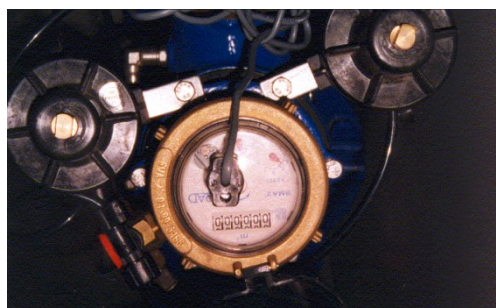
Um hidrante é constituído por um ou mais conjuntos de válvulas, denominadas bocas de rega, que têm por objectivo disponibilizar água às instalações de rega individuais. A

Figura 8 ilustra o aspeto exterior de um hidrante, com uma e duas bocas de rega respectivamente.



**Figura 8 - Hidrante em aproveitamentos hidroagrícolas**

As bocas de rega, são equipamentos hidráulicos que possuem como função principal a disponibilização de água e a sua quantificação, tendo sempre associado um sistema mecânico para a contagem do volume de água disponibilizado e um conjunto de pilotos hidráulicos para garantir uma pressão constante e um caudal máximo.



**Figura 9 - Boca de rega, contador com emissor de impulsos e solenoide *latch***

Para além do contador, cada boca de rega poderá possuir um solenoide que permite a sua abertura ou fecho através de um comando elétrico, isto é, um solenoide permite



fechar uma boca de rega, interrompendo o abastecimento de água a uma parcela individual. Por norma, os solenoides são comandados remotamente a partir do centro de controlo.

A Figura 9, ilustra a instalação de duas bocas de rega, um contador com cabo emissor de impulsos e um solenoide *latch*.

Em certos pontos da rede, existem pontos de medição para permitir a monitorização da pressão tendo em vista a deteção de ruturas nas condutas, pois uma rutura caracteriza-se por um abaixamento abrupto de pressão num determinado ramal.

Um dos objectivos das entidades que exploram os aproveitamentos hidroagrícolas é faturar a água consumida pelos agricultores mediante tarifas horárias, geralmente associadas às tarifas horárias do fornecedor de energia eléctrica, premiando deste modo, os agricultores que regam nos períodos que a energia eléctrica é menos cara.

O objectivo de faturação diferenciada só é alcançável com o auxílio de um sistema de telegestão, que por um lado permita a recolha dos consumos de cada boca de rega em “tempo real”, tipicamente inferior a 5 minutos, e por outro lado, os armazene numa base de dados para análise e posterior faturação.

O desafio que se coloca nestes sistemas de telegestão é a transmissão dos dados “em tempo real” para um centro de controlo e a autonomia energética dos equipamentos.

É importante frisar que estes sistemas de telegestão, têm que assentar em dispositivos que permitam a recolha das contagens, actuação de solenoides, leitura de sensores, transmissão de dados e recepção de comandos e acima de tudo, possuir independência energética, pois estes dispositivos são instalados dentro dos hidrantes onde não há qualquer fonte de energia eléctrica.

Por norma, nesta tipologia de telegestão, os dispositivos que se instalam nos hidrantes são denominados por unidades terminais remotas (UTR).

O sistema de supervisão de uma rede de rega é essencialmente uma aplicação informática que comunica com as unidades concentradoras de modo a recolher os dados provenientes das UTR's.

Esta aplicação informática poderá ser mais ou menos complexa, mas de um modo geral possui as seguintes funcionalidades:

- **Gestão dos agricultores**, no que diz respeito ao seu cadastro nomeadamente: nome, morada, contactos, etc..
- **Gestão dos hidrantes**, no que diz respeito as suas características de construção, nomeadamente: localização, denominação, número de bocas de rega, diâmetros das condutas, etc..
- **Gestão das bocas de rega**, no que diz respeito as suas características de construção, nomeadamente: hidrante associado, denominação, agricultor associado, diâmetros da boca de rega, caudal nominal, etc..
- **Gestão da faturação**, no que diz respeito à definição de períodos de rega e tarifas.
- **Módulo de relatórios**, para a emissão de relatórios de consumos e afetação de custos.

Estas aplicações informáticas são denominadas por sistema de supervisão e aquisição de dados da rede de rega, pois permitem visualizar o estado de uma rede de rega, desde a sua visão global até ao pormenor da boca de rega e pressão numa conduta.

Atualmente em Portugal existem duas tipologias de automatização de uma rede de rega de aproveitamentos hidroagrícolas, a tipologia “rádio” e a tipologia “monocabo”.

Embora sendo tipologias de automatização totalmente distintas ao nível do meio físico de comunicações propõem-se a atingir o mesmo objectivo final.

## 6.1 Tipologia – “Rádio”

Todos os projetos que realizei, neste âmbito, assentaram numa tecnologia proprietária de um fabricante de equipamentos rádio de baixo consumo, denominada por “Irrimation” [6].

O sistema “Irrimation” assenta na instalação de uma estação base, denominada unidade concentradora (UC), que por sua vez comunica por rádio frequência com um conjunto de UTR’s. A Figura 10, pretende ilustrar o diagrama de comunicações desta tecnologia. No centro encontra-se a aplicação de gestão residente num servidor, que por sua vez comunica com as UC’s. A comunicação entre o servidor e as UC’s, pode ser implementada directamente através de um cabo de comunicação serie ou de um modo indireto utilizando de rádio modems.

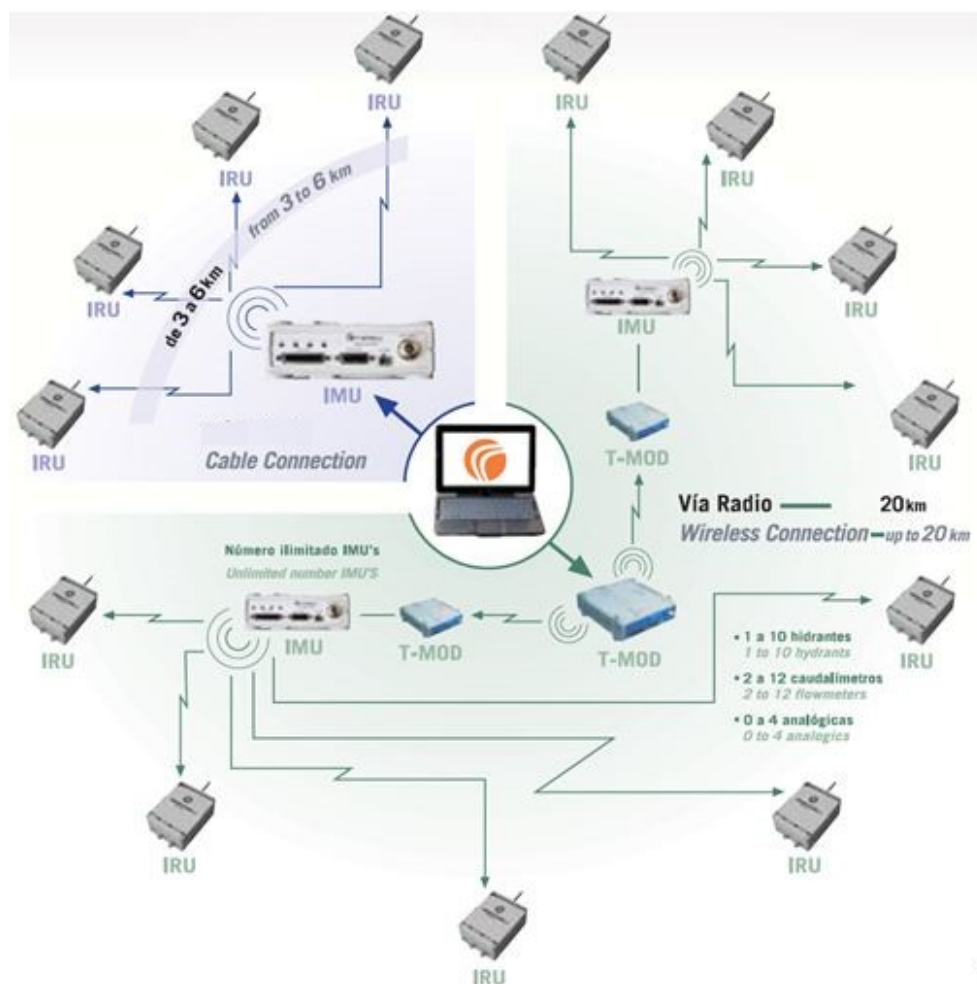


Figura 10 - Diagrama de comunicações – Tipologia Rádio

Cada unidade concentradora, dentro do mesmo projeto, possui uma frequência rádio única, podendo ser uma frequência livre ou licenciada pela Autoridade Nacional de Telecomunicações (ANACOM).

Cada UTR é configurada com a frequência rádio da unidade concentradora e com um endereço de identificação único, de modo a permitir que a unidade concentradora distinga as UTR's entre si.

Cada unidade concentradora pode comunicar com cento e vinte oito UTR's, a comunicação é efectuada sequencialmente e um ciclo completo de comunicação tem uma duração de sessenta e quatro segundos.

A localização das UTR's está definida à partida, pois coincide com a localização dos hidrantes, é necessário definir a localização óptima das estações concentradoras, de modo a permitir a transmissão de dados de todas as UTR's permitindo assim a recolha integral de todas as contagens das bocas de rega e o seu comando através da atuação do solenoide.

Outro ponto a garantir é a comunicação das unidades concentradoras com o centro de controlo da rede de rega pois estas unidades poderão estar instaladas a vários quilómetros do centro de controlo. Em algumas situações, é necessário utilizar estações de repetição para permitir a comunicação entre as unidades concentradoras e o centro de controlo.

#### **6.1.1.1 *Funcionamento do sistema***

Como indicado anteriormente, o sistema rádio funciona através de uma unidade concentradora que comunica com todas as UTR's afectas à sua rede. As UTR's são instaladas nos hidrantes e a elas ligam-se os solenoides, os contadores e os sensores de pressão.

Uma rede inicia-se com uma unidade concentradora e a esta, podem-se conectar até cento e vinte oito UTR's, cada UTR recebe um número único de modo a que possa ser identificado univocamente pela unidade concentradora.

As unidades concentradoras comunicam com o centro de controlo através de um porto serie RS485 utilizando o protocolo *ModBus RTU*. A Figura 11, ilustra uma concentradora e a sua instalação num quadro eléctrico.



Figura 11 - Unidades concentradoras rádio

As UTR's, são instaladas dentro dos hidrantes, de modo a adquirir os dados de contagem das bocas de rega e activar os seus solenoides. Estas unidades são programadas através de uma aplicação informática denominada "*Irrigation Suite*", Figura 12.

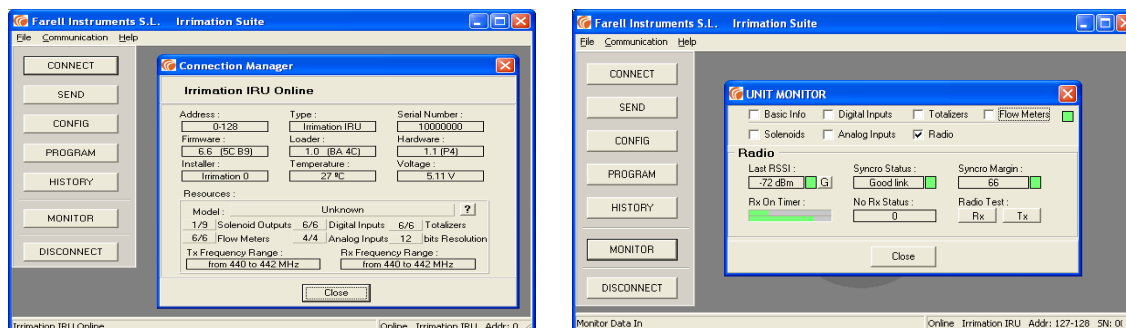


Figura 12 – Aplicação informática – Irrigation Suite

O *Irrigation Suite*, permite visualizar os registos internos das UTR's, como por exemplo as contagens, os estados das saídas, o endereço da UTR e as propriedades da comunicação.

A Figura 13, ilustra as UTR e as suas antenas, assim como as pilhas de lítio que lhe fornecem a energia necessária para um funcionamento pleno durante 3 anos.



**Figura 13 - UTR's Rádio, Antena Lamba e Pack de pilhas de Lítio**

## 6.2 Tipologia – “Monocabo”

Todos os projectos que realizei, neste âmbito, assentaram numa tecnologia proprietária de um fabricante de equipamentos monocabo, “Sistemas Electrónicos Progress” [7], parceiro tecnológico da Hubel Industria da Água, Sa.

O sistema monocabo assenta na instalação de uma estação base, denominada EAM (unidade concentradora - UC), que por sua vez comunica com as unidades MAM (unidades UTR’s) por um bus monocabo. A Figura 14, pretende ilustrar o diagrama de comunicações desta tecnologia. Na “cabeça” encontra-se a aplicação de gestão residente num servidor, que por sua vez comunica com as UC’s. A comunicação entre o servidor e as UC’s, pode ser implementada directamente através de um cabo de comunicação serie ou de um modo indireto utilizando de rádio modems. A comunicação entre as UC’s e as UTR’s desenvolve-se em árvore.

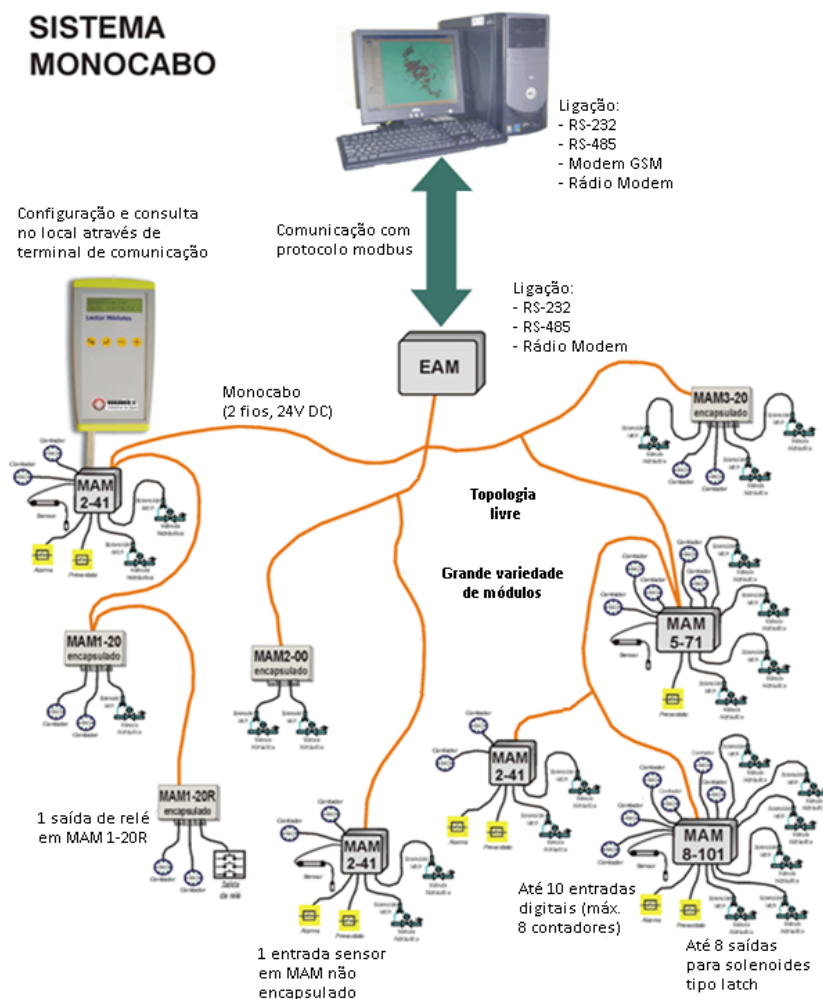


Figura 14 - Diagrama de comunicações – Tipologia Monocabo

Cada UC, dentro do mesmo projeto, comunica por um bus monocabo a 2 fios. Este bus, tem a capacidade de alimentar a 24VDC todas as UTR's assim como efetuar o comando e aquisição de dados de todas as UTR's que estejam ligadas ao bus.

Cada UTR é configurada com um endereço de identificação para permitir que a UC distinga as UTR's.

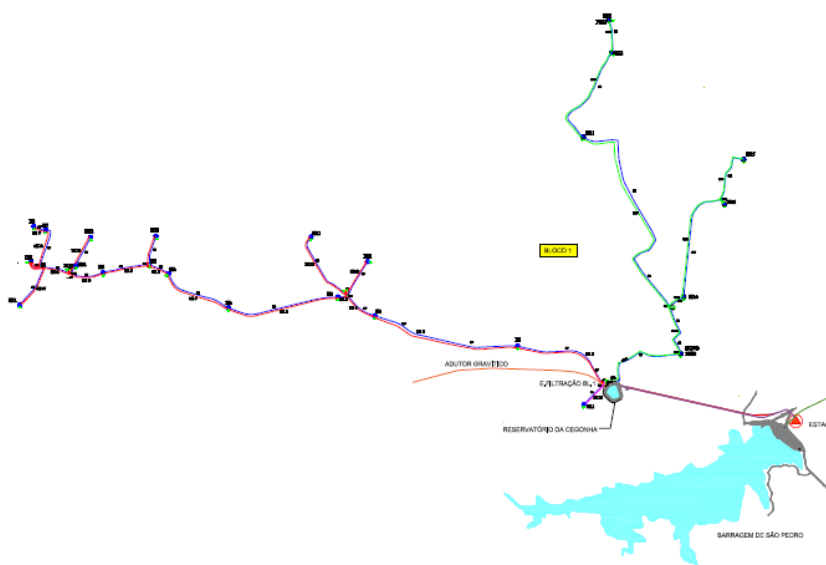
Cada UC pode comunicar com cento e vinte UTR's, a comunicação é efectuada sequencialmente, em grupos de dez UTR's, um ciclo completo de comunicação possui uma duração de cento e quarenta segundos.

Neste tipo de projectos, está definido à partida a localização de todas as unidades que compõem a rede de telegestão, nomeadamente: as UTR's, UC's e o traçado dos ramais monocabo.

#### **6.2.1.1 Funcionamento do sistema**

Como indicado anteriormente, o sistema monocabo funciona através de uma unidade concentradora, que alimenta o ramal monocabo a 24VDC, a esse ramal ligam-se todas as UTR's. As UTR's são instaladas nos hidrantes e a elas ligam-se os solenoides, os contadores e os sensores de pressão.

Um ramal monocabo é constituído por vários troços que formam uma rede com disposição em “árvore” como ilustrado na Figura 15.



**Figura 15 - Exemplo de um Ramal monocabo**



Uma rede inicia-se com uma unidade concentradora e a esta, podem-se conectar até cento e vinte UTR's, cada UTR recebe um número único de modo a que possa ser identificado univocamente pela unidade concentradora. A comunicação da unidade concentradora com as UTR's é efectuada através de um sinal modulado em frequência.

As unidades concentradoras comunicam com o centro de controlo através de um porto serie RS485 utilizando o protocolo *ModBus RTU*. A Figura 16, ilustra uma concentradora monocabo e a sua instalação num quadro eléctrico.



**Figura 16 - Unidades concentradoras monocabo**

As UTR's, são instaladas dentro dos hidrantes, de modo a adquirir os dados de contagem das bocas de rega e activar os seus solenoides. Estas unidades são programadas por um terminal remoto, que se conecta directamente às UTR's.

O terminal remoto, permite visualizar os registos internos das UTR's, nomeadamente: contagens, estado das saídas, endereço e estado de comunicação.

A Figura 17, ilustra dois tipos de unidades UTR, as não encapsuladas e as encapsuladas, assim como o terminal de programação.

A diferença entre as unidades UTR encapsuladas e as não encapsuladas é o índice de protecção (IP) pois as unidades encapsuladas possuem IP68 o que lhes permite trabalharem, durante um período de tempo, submersas em água.



Figura 17 - UTR's monocabo

Um ramal monocabo, é constituído por um cabo bifilar com uma secção de  $1.5 \text{ mm}^2$  ou  $2.5 \text{ mm}^2$ , Figura 18, a secção é escolhida tendo em consideração o número de módulos a alimentar e o comprimento do ramal.

O cabo [8] deverá possuir as seguintes características técnicas:

- Condutor: Cobre electrolítico flexível;
- Isolamento: Polietileno reticulado;
- Assentamento de armação e revestimento: PVC
- Armadura metálica: Fios de aço galvanizado em coroa
- Tensão Nominal: 0,6/1kV;
- Temperatura máxima de operação:  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ;



Figura 18 - Cabo para ramais monocabo

De modo a equipotencializar todo o ramal monocabo, é necessário efectuar equipotencialização em todos os hidrantes através da instalação de varetas de terra.

## 6.3 Centro de Controlo

Todos os aproveitamentos hidroagrícolas possuem um centro de controlo, geralmente residente nas estações elevatórias, a Figura 19 ilustra uma estação elevatória que concentra toda a gestão do aproveitamento hidroagrícola.



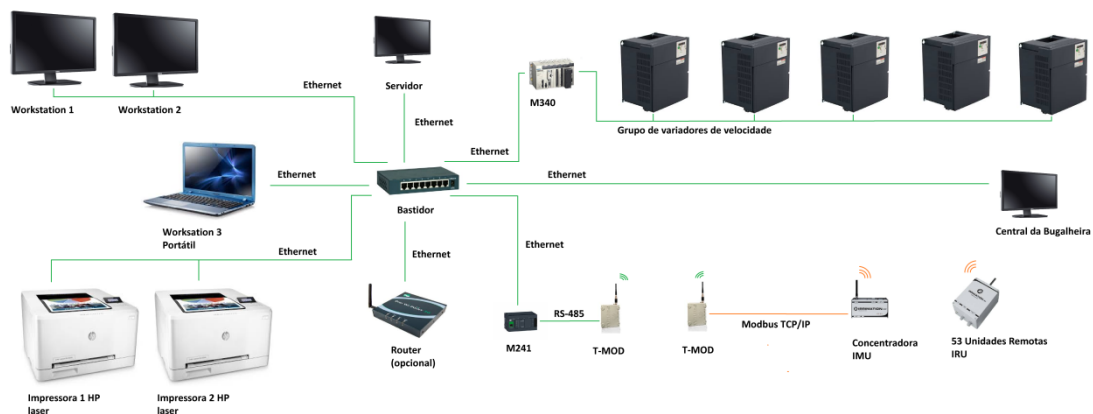
Figura 19 – Estação elevatória de Brinches

Num conceito geral, o centro de controlo é um espaço físico onde se encontra o seguinte conjunto de equipamentos/funcionalidades:

- Redes de comunicação, para a interligação com os órgãos de automatização de campo (UC'e e UTR's), onde se incluem os mais variados equipamentos, como por exemplo rádio modems, *routers*, modems GSM/GPRS.
- Equipamentos de automação, para efectuar o controlo de todos os subsistemas que compõem um aproveitamento hidroagrícola, como por exemplo: os sistemas de bombagem, sistemas de filtração, sistemas de controlo de nível das barragens e albufeiras e subestações eléctricas de alta e média tensão.
- Sistema de supervisão, para efectuar a monitorização e registo de funcionamento de todos os equipamentos.

### 6.3.1 Redes de Comunicação

Por norma, dentro do recinto do centro de controlo são instaladas redes estruturadas seguindo as regras técnicas do manual de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED) [9], esta rede permite efectuar a interligação de todos os equipamentos, que estejam dentro do recinto e que tenham uma placa de rede *Ethernet*. Estes equipamentos poderão ser autómatos, câmaras de vídeo, computadores e impressoras. A Figura 20, ilustra a rede de comunicações que implementei no projecto AH MIRA, bloco XIV.



**Figura 20 – Rede de Comunicações**

Em todas as redes que efectuei instalei um *switch* de rede com gestão integrada ou um *router* de modo a permitir a divisão de redes, pois defendo que a rede dos equipamentos de campo deverá estar separada da rede informática geral de modo a aumentar o grau de segurança, diminuir os tempos de comunicação entre equipamentos e evitar erros de configuração por parte dos operadores.

As comunicações do centro de controlo para os órgãos de comando fora do seu recinto e vitais para o funcionamento do sistema, como por exemplo as estações de filtração, barragens, canais de adução ou albufeiras são efectuadas por fibra óptica. Para estas aplicações utilizamos fibra óptica monomodo e em cada quadro eléctrico é colocado um conversor de fibra para pares de cobre.

As comunicações do centro de controlo com as unidades concentradoras, depende da tipologia. Na tipologia rádio são utilizados rádio modems para “interligar” o centro de controlo às unidades concentradoras. Na tipologia monocabo são utilizadas fibras ópticas ou linhas dedicadas modeladas através de modems SHDSL (*Symmetric high-speed digital subscriber line*). A Figura 21 ilustrar parte de um esquema de comunicações de um dos aproveitamentos hidroagrícolas que implementei em tipologia monocabo.



electromecânicos, pela leitura dos sensores e pela comunicação com o sistema de supervisão.

Neste tipo de instalações são utilizados principalmente PLC's modulares, de modo a permitir configurações personalizadas através do acoplamento de várias cartas de expansão de entradas e saídas.

É comum que o PLC principal, geralmente o da estação elevatória, tenha que processar centenas de sinais de entrada/saída, a Tabela 1 ilustra o exemplo de uma configuração de um conjunto de PLC's de um dos aproveitamentos hidroagrícolas.

Tabela 1 – Configuração PLC's

PLC's	Entradas Digitais	Saídas Digitais	Entradas Analógicas	Saídas Analógicas
Estação Elevatória	352	64	28	8
Estação de Filtração	64	32	8	4
Barragem	64	16	8	4

A Figura 22, ilustra a configuração do PLC da estação elevatória identificado na Tabela 1. Podemos observar que PLC se desenvolve em duas *rack's* e que é composto por cartas de comunicação (série e *Ethernet*) e por cartas de entradas e saídas. A divisão das cartas em duas *rack's* ocorre porque foi necessário adicionar uma fonte de alimentação extra para suportar o consumo de todas as cartas de expansão.



Figura 22 - Configuração de PLC

Os equipamentos electromecânicos mais comuns num aproveitamento hidroagrícola são electrobombas, válvulas eléctricas e servomotores.

As electrobombas, são por norma, accionadas através de variadores de velocidade ou arrancadores suaves e o seu funcionamento depende de um vasto leque de sensores, como por exemplo:

- Sensores de temperatura nos rolamentos;
- Sensores de vibração;
- Sensores de pressão;



As válvulas eléctricas encontram-se principalmente nas condutas hidráulicas dos circuitos de ar comprimido.

Os servomotores estão associados aos sistemas de limpeza dos filtros de água, às comportas de seccionamento de canais e condutas e às válvulas motorizadas de protecção das electrobombas.

Estes equipamentos possuem sempre um conjunto de sensores que vão desde sensores de posicionamento (*ON/OFF*), a sensores de nível, percentagem de abertura/fecho e sensores de temperatura.

Por último, em todas as condutas de abastecimento existe um caudalímetro eletromagnético para efectuar a contabilização da água que é disponibilizada à rede de rega.

### **6.3.3 Sistema de supervisão**

O sistema de supervisão de um sistema de telegestão de um aproveitamento hidroagrícola é o local para onde conflui toda a informação gerada pelos componentes da rede de rega, desde do nível das barragens e dos reservatórios, estado das electrobombas, estados dos filtros até ao volume de água debitado por cada boca de rega.

Participei no desenvolvimento da aplicação informática que é utilizada, em vários dos projectos em que estive envolvido, para efectuar o controlo e gestão do sistema de rega de um aproveitamento hidroagrícola.

A minha participação nesta vertente dos projetos focou-se, principalmente, na definição dos requisitos operacionais e coordenação do grupo de trabalho para o desenvolvimento da aplicação informática.

A última versão desta aplicação informática foi elaborada sobre a plataforma *SCADA Visu +* [6] e foram desenvolvidos vários conjuntos de funcionalidades e ecrãs tendo em vista a agregação de informação proveniente das bocas de rega e o seu comando remoto.

Neste relatório não se pretende efectuar uma descrição pormenorizada da aplicação nem do seu funcionamento em termos de programação de script's e configurações de objectos inerentes ao *Visu+*.

Porém, irei ilustrar os ecrãs principais que compõem a sistema de supervisão e efectuari uma breve descrição das suas funcionalidades de modo a contextualizar as necessidades de gestão inerentes ao um sistema de telegestão de uma rede de rega.

### 6.3.3.1 Principais Funcionalidades

O sistema de supervisão “HIA” permite ter uma visão abrangente e integrada de todo o aproveitamento hidroagrícola, pois permite monitorizar e controlar todos os equipamentos electromecânicos afectos à estação elevatória como os equipamentos afectos à rede de rega.

O ecrã de entrada está dividido em três áreas distintas, como se ilustra na Figura 23.



Figura 23 – Sistema Supervisão – ecrã principal.

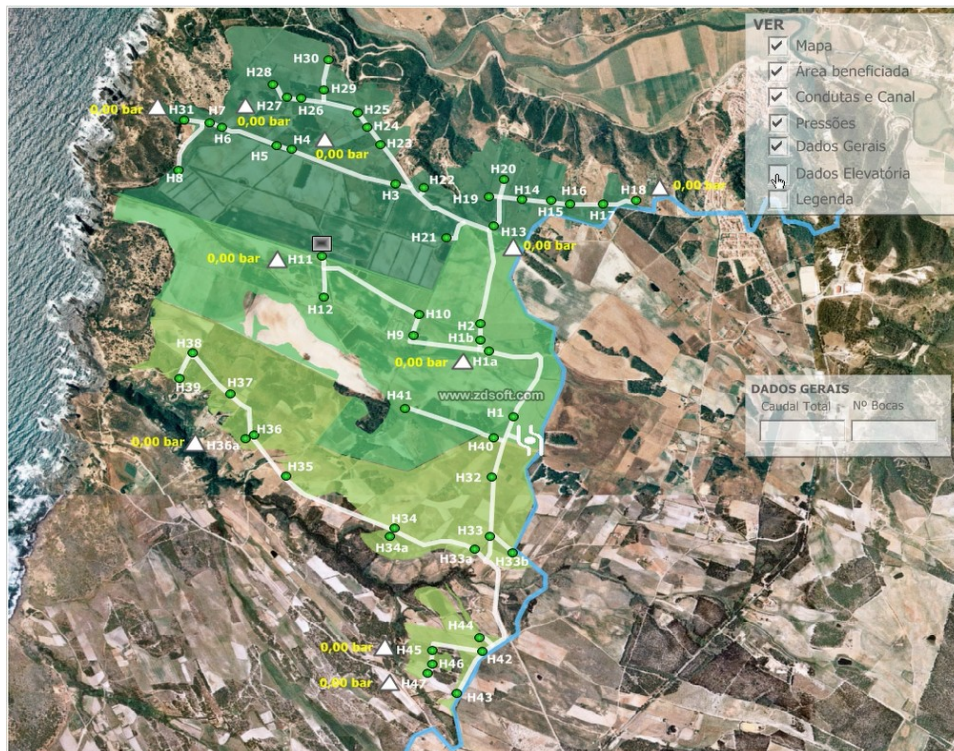
Na primeira zona é efectuada a validação dos operadores e está colocado o nome do aproveitamento hidroagrícola assim como as empresas que participaram neste projecto. Na zona central está colocado o sinóptico da rega de rega com a localização dos seus principais órgãos de comando, nomeadamente, hidrantes e estação elevatória.

Esta área permite a utilização de camadas, o que possibilita activar ou desactivar informação no ecrã, como por exemplo: ortofotomapa, condutas e canais e limites das propriedades. Por último a zona inferior, possui botões de acesso às seguintes funcionalidades:

- Sinóptico da estação elevatória;
- Sinóptico das comunicações;
- Menu de geração de gráficos;
- Menu de visualização de alarmes activos;
- Menu de geração de relatórios;
- Menu de configuração de regantes;
- Menu de configurações;



As figuras abaixo pretendem ilustrar os principais ecrãs de visualização e de parametrização para a gestão e controlo de uma rede de rega de um aproveitamento hidroagrícola. Estes ecrãs surgem na zona central da aplicação.



**Figura 24 – Representação do aproveitamento hidroagrícola**

A Figura 24 efectua a representação do aproveitamento hidroagrícola, com a sua divisão em três blocos de rega. Nesta imagem, estão activas as várias camadas de informação, nomeadamente: ortofotomapa, canal de rega, conduitas e pontos de medição de pressão.



**Figura 25 - Representação de um bloco de rega**

A Figura 25 ilustra a visão de um dos blocos de rega, com a representação dos hidrantes com as suas bocas de rega.

As setas estão posicionadas de modo a indicar a orientação das bocas de rega. O estado das bocas de rega, é representado por um código de cores, em que:

- Azul, indica boca aberta com passagem de água;
- Verde, indica boca fechada sem passagem de água;
- Amarelo, indica boca aberta sem passagem de água;
- Laranja, indica boca fechada com passagem de água;
- Vermelho, sem comunicação.



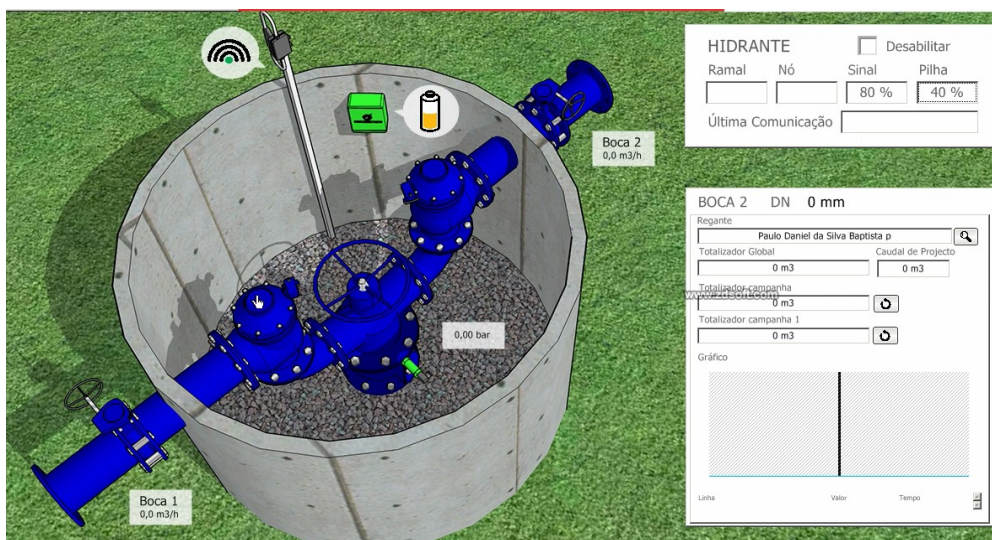


Figura 26 - Representação de um hidrante

A Figura 26 ilustra a visão de um hidrante, neste caso com duas bocas de rega. Este ecrã permite visualizar o nível de sinal rádio, o valor da carga da pilha e as características construtivas do hidrante e das bocas de rega.

A partir deste menu, é possível comandar remotamente o estado das bocas de rega.

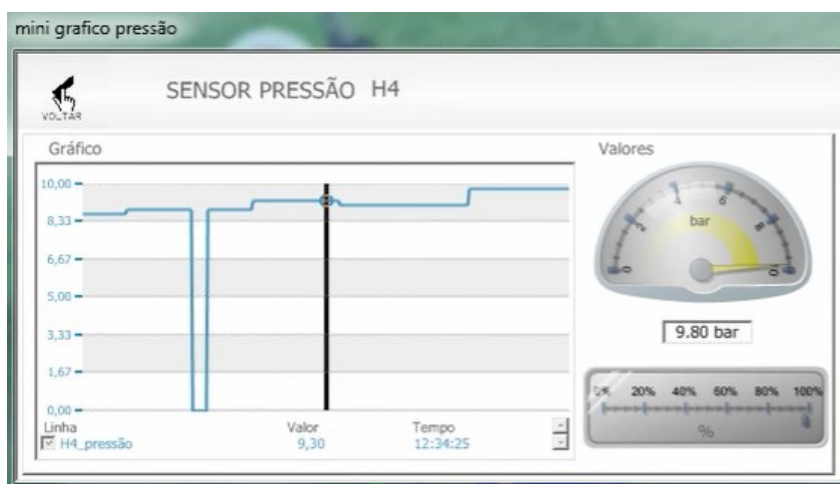


Figura 27 - Representação da medida de um sensor de pressão

A Figura 27 ilustra a medida de um sensor de pressão, medida analógica. Neste projecto todos os sensores analógicos possuem a possibilidade de visualização directa dos seus valores instantâneos

A Figura 28, pretende ilustrar o ecrã principal de visualização e parametrização de uma estação elevatória. Este ecrã surge na zona central da aplicação.

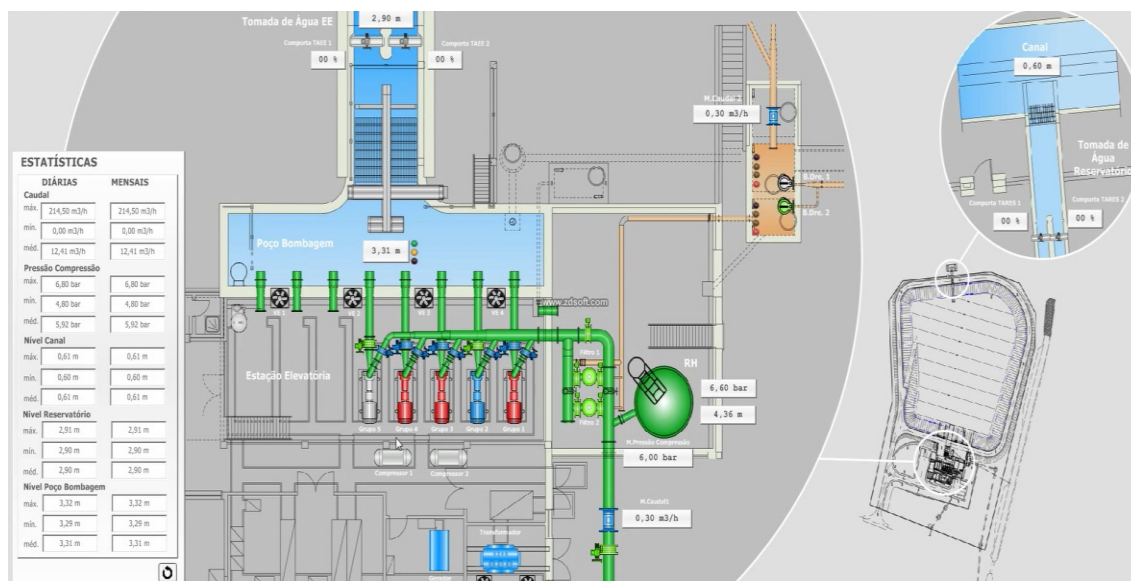


Figura 28 - Sistema de Supervisão - Estação Elevatória

É fundamental que o ecrã principal traduza com realismo o número de equipamentos, as suas características e a sua disposição dentro da estação elevatória, pois quanto mais exacta for a representação mais fácil é para os operadores operarem remotamente a estação elevatória.

Este ecrã permite visualizar o estado dos equipamentos afectos à estação elevatória (código de cores), é também apresentado um menu de estatísticas no qual são apresentados os valores máximos atingidos no dia actual assim como no mês em curso.

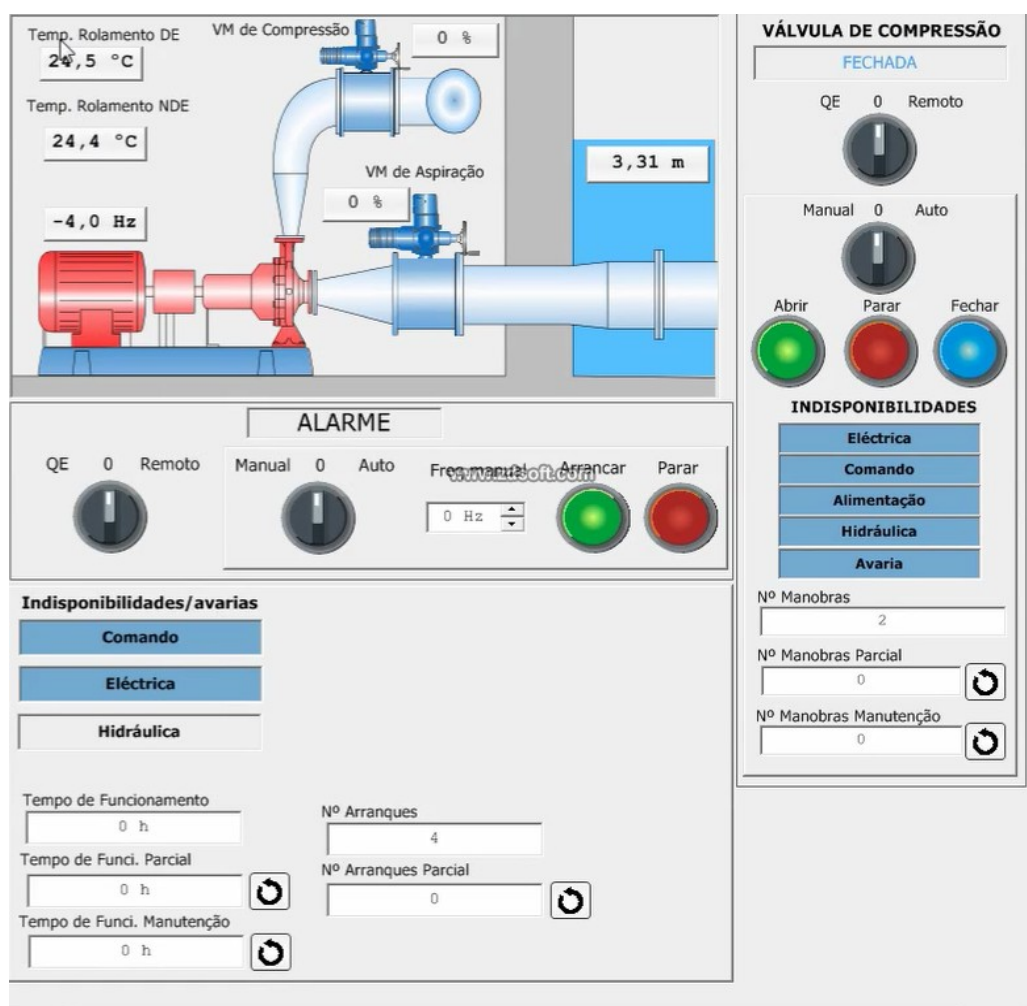
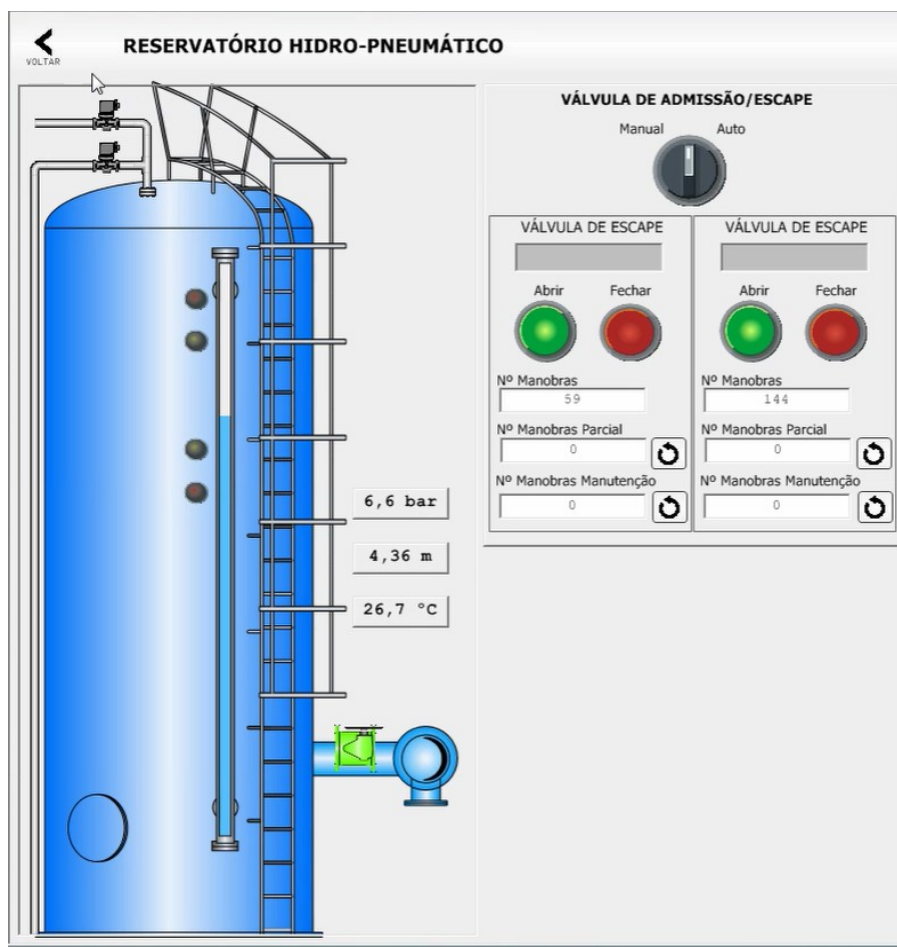


Figura 29 - Controlo de uma electrobomba

Ao seleccionar um equipamento, é apresentada uma imagem representativa da sua instalação assim como os valores dos sensores associados ao equipamento, neste caso, a Figura 29, ilustra um grupo electrobomba e visualizamos:

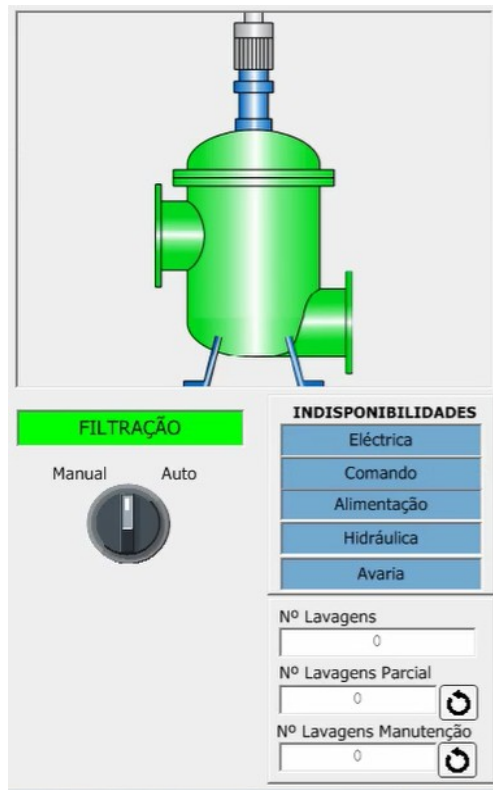
- As temperaturas dos rolamentos;
- A velocidade de funcionamentos;
- As percentagens de abertura das electroválvulas de compressão e aspiração;
- Nível da água no poço de aspiração.

É também dada a possibilidade, ao operador, de comandar manualmente a electrobomba, bem como visualizar os estados dos encravamentos e o número de manobras e tempos de funcionamento.



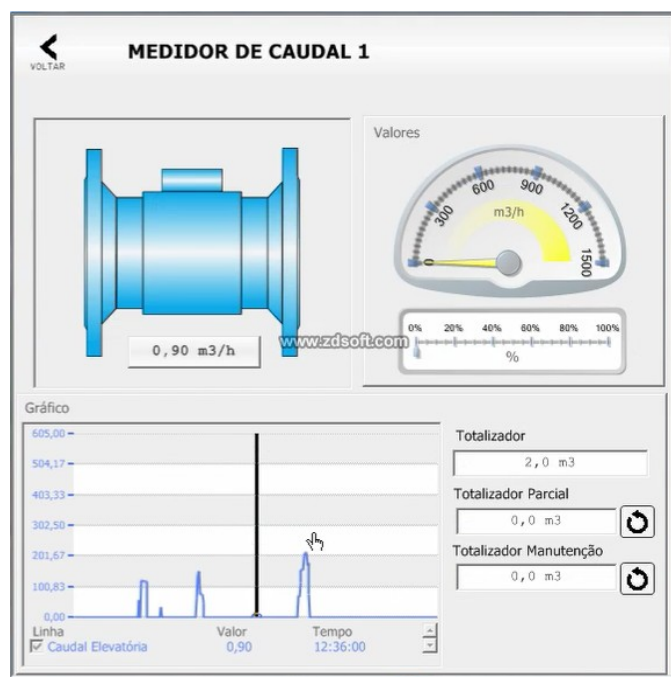
**Figura 30 - Controlo de um reservatório hidropneumático**

Na Figura 30, reservatório hidropneumático, é possível visualizar o nível de água que este contém, a temperatura da água e comandar as válvulas de escape/admissão de ar.



**Figura 31 – Controlo de um filtro automático**

Na Figura 31 representa-se o sistema de filtração, é possível visualizar o seu estado de funcionamento e activar manualmente uma lavagem. É de salientar que os sistemas de filtração, são um dos sistemas críticos nos aproveitamentos hidroagrícolas, pois são eles que garantem a qualidade da água disponibilizada.



**Figura 32 - Controlo de um medidor de caudal**

A Figura 32 ilustra um medidor de caudal, onde se visualizam as gradezas instantâneas, caudal, e volumes de água aduzidos num período de tempo.



Os relatórios são criados de acordo com as necessidades específicas de cada aproveitamento hidroagrícola. Possuindo todas as funcionalidades comuns, desde a selecção de dados por datas até à exportação para pdf ou csv.



**Figura 33 - Menu de Relatórios**

A Figura 33, ilustra o menu de gestão dos relatórios de suporte à gestão e operação do aproveitamento hidroagrícola. A aplicação foi desenvolvida para permite, também, gerar um ficheiro de dados para facturação. O intuito desta funcionalidade é integrar os dados gerados pelo sistema de supervisão num sistema de facturação.

gestão regantes

VOLTAR IMPRIMIR NOVO REM. TODOS

### REGANTES

Filtrar por:

Nº Inscrição  Nome  Boca

	Inscricao	Nome	Ultima mo...	Index_re...	Boca1	Boca 2	Boca 3	Boca 4	Boca 5
1	3	Alfredo Mi...	10-05-20...	4	H_B1	NA	NA	NA	NA
2	1001	mhgcfkj	11-05-20...	9	NA	NA	NA	NA	NA
3	8	Nelson	10-05-20...	7	NA	NA	NA	NA	NA
4	poj	Nomkhjdl	18-05-20...	13	NA	NA	NA	NA	NA
5	1011	Paulo	12-05-20...	10	HH_B2	NA	NA	NA	NA
6	1	Paulo Dan...	10-05-20...	2	NA	NA	NA	NA	NA
7	2	Pedro Mig...	10-05-20...	3	NA	H_B2	NA	NA	NA
8	114	PO	18-05-20...	11	NA	NA	NA	NA	NA
9	15	Teste	18-05-20...	12	NA	NA	NA	NA	NA

ACT LISTA  
DETALHES  
REMOVER  
BOCAS

Figura 34 - Menu de gestão de regantes

Na Figura 34, ilustra-se o menu onde é efectuada uma gestão dos regantes afectos à rede de rega, quer pela introdução dos seus dados quer pela afectação de bocas de rega.



Figura 35 - Menu de gestão e configurações

A Figura 35, ilustra o menu de configuração do sistema em que as configurações consistem em:

- Definir o preço da água por horários, por norma, os horários coincidem com os horários das tarifas energéticas;
- Definir o tipo de alarmes que o sistema gera, quer visuais quer por sms;
- Definir a informação das bocas de rega, utilizadores e operações de manutenção.

As figuras ilustradas neste capítulo são referentes a um projecto de tipologia Rádio, porém são em tudo semelhantes a um projecto de tipologia Monocabo, sendo que a única alteração reside nas funcionalidades do ecrã do hidrante, de onde são retirados os parâmetros rádio e inseridos os parâmetros monocabo.

#### 6.3.3.2 *Aplicação SCADA – Visu +*

A aplicação informática *Visu+* [10], é uma aplicação informática, comercializada pela empresa *Phoenix Contact*, que permite a visualização de dados e ligação aos autómatos programáveis.

O *Visu+* possibilita a criação de interfaces gráficos para representar e animar os equipamentos de campo e ao mesmo tempo apresentar as suas grandezas físicas, geração de alarmes e gráficos.

Esta aplicação possui embutida um compilador de script's, muito semelhante ao Visual Basic, de modo a permitir o desenvolvimento de pequenos programas para a automatização dos processos e geração de dados.

Na aplicação da rede de rega, foram desenvolvidos script's, Figura 36, para gerar os ficheiros de facturação e tornar dinâmico o carregamento de dados nos ecrãs dos hidrantes, caso contrário seria necessário efectuar um ecrã por cada hidrante

```

Objeto: [Gera]
1 Dim horas_dia As Integer

Sub Main()
Dim i As Integer
For i = 1 To 3
Select Case i
Case 1
Call Boca(H_B)
Case 2
Call Boca(H_B1)
Case 3
Call Boca(H_B2)
End Select
Next i
End Sub

Sub Boca(Value As Variant)

Value.ultimo_consumo = Value.totalizador_total - Value.tot_anterior
Value.ultimo_consumo_dia = Value.ultimo_consumo_dia + Value.ultimo_consumo
Value.tot_anterior = Value.totalizador_total

If Value.ultimo_consumo <> 0 Then
Wait 0.005
Record_db_boca.caudal = Value.caudal
Record_db_boca.id_hidrante = Value.id_hidrante
Record_db_boca.ultimo_consumo = Value.ultimo_consumo
Record_db_boca.tot_anterior = Value.tot_anterior
Record_db_boca.id_regante = Value.id_regante
Record_db_boca.id_boca = Value.id_boca
Log_cons_tot_tarifa = 1
End If

If teste_record_logger = True Then
If Value.ultimo_consumo_dia <> 0 Then
Wait 0.005
Record_db_boca.caudal = Value.caudal
Record_db_boca.id_hidrante = Value.id_hidrante
Record_db_boca.ultimo_consumo_dia = Value.ultimo_consumo_dia
Record_db_boca.tot_anterior = Value.tot_anterior
Record_db_boca.id_regante = Value.id_regante
Record_db_boca.id_boca = Value.id_boca
Log_cons_tot_dia = 1
Wait 0.005
Value.ultimo_consumo_dia = 0
End If
End If
End Sub

```

**Figura 36 – Sistema de Supervisão - Scripts**

Esta aplicação utiliza o *OBDC* para gerir as bases de dados inerentes ao seu funcionamento, estas bases de dados podem ser criadas em *MS Access*, *MS Excel* ou em *SQL*.

## 7 Projecto de telegestão de redes de rega em aproveitamentos hidroagrícolas.

Desde o ano de 2006, tive a oportunidade de participar na definição e implementação de dezoito projetos de telegestão de rede de rega de aproveitamentos hidroagrícolas.

Todos os projetos são idênticos em termos de objectivo final, porém existem duas tecnologias concorrenciais, a tecnologia rádio e a tecnologia monocabo.

Até ao final do ano de 2015, tinha como portfólio a participação em catorze projetos com a tecnologia rádio e quatro projectos com a tecnologia monocabo. Na Tabela 2 identifiquei os projectos em que participei, o ano de execução e a tecnologia aplicada.

**Tabela 2 – Projectos desenvolvidos**

Projecto	Área do Aproveitamento	Ano execução	Tecnologia
AH Lezíria R3	* <sup>1</sup>	2006	Rádio
AH Lezíria B3	*	2007	Rádio
AH Roxo	*	2007	Rádio
AH Cova da Beira	31,77 km <sup>2</sup>	2008	Rádio
AH Brinches	54,60 km <sup>2</sup>	2009	Rádio
AH Brinches – Enxoe	50,09 km <sup>2</sup>	2009	Rádio
Fonte do Pinheiro	15,25 km <sup>2</sup>	2011	Rádio
AH Fundão	20,21 km <sup>2</sup>	2012	Rádio
AH Fatela	10,75 km <sup>2</sup>	2012	Rádio
AH Aljustrel	11,77 km <sup>2</sup>	2013	Rádio
AH Pedrogão 1	5,88 km <sup>2</sup>	2014	Rádio
AH Pedrogão 3	14,28 km <sup>2</sup>	2014	Rádio
AH Selmes	20,03 km <sup>2</sup>	2014	Rádio
AH Baleizão Quintos 4 e 5	42.03 Km <sup>2</sup>	2014	Monocabo
AH MIRA, bloco XIV	6,25 km <sup>2</sup>	2015	Rádio
AH Pias	46.00 Km <sup>2</sup>	2015	Monocabo
AH Caliços Machados	46.64 Km <sup>2</sup>	2015	Monocabo
AH São Matias 1 e 2	36.55 Km <sup>2</sup>	2015	Monocabo

<sup>1</sup> - Sem dados disponíveis

## **7.1 Projecto - Tipologia Rádio**

O desenvolvido de um projecto de telegestão, de redes de rega em aproveitamentos hidroagrícolas, de tipologia Rádio desenvolve-se em várias fases, poderão ser classificadas como: recolha de dados, cálculos de cobertura, cálculos de ligações ponto a ponto e validação de cálculos com ensaios de campo.

Contudo, é essencial conhecer a regulamentação em vigor de modo a enquadrar o projecto nas premissas do Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF).

### **7.1.1 Contexto de Aplicação na ANACOM**

Segundo a regulamentação em vigor, e há data de 2006, os projectos de automatização de aproveitamentos hidroagrícolas por rádio frequência, inserem-se no capítulo 2, secção B1 ou C1, segundo o QNAF [11].

A título de resumo, o QNAF é um documento composto por dois capítulos. No primeiro capítulo (Capítulo 1), denominado de “Tabela de Atribuição de Frequências”, são apresentadas de forma detalhada as subdivisões do espectro radioelétrico, discriminando para cada faixa de frequências os serviços de radiocomunicações de acordo com as atribuições do Regulamento das Radiocomunicações da UIT-R (RR) aplicáveis a Portugal, com indicação dos serviços e sistemas utilizados e planeados para Portugal.

O segundo capítulo (Capítulo 2), contendo a Publicitação das utilizações e reservas de faixas de frequências, encontra-se dividido em 3 partes, A, B e C.

- Redes e serviços de comunicações eletrónicas acessíveis ao público: Faixas de frequências e número de canais utilizados para funcionamento das redes e serviços de comunicações eletrónicas acessíveis ao público, licenciadas até à data de 31 de Outubro de 2005.
- Faixas de frequências reservadas e a disponibilizar em 2006, para funcionamento de redes e serviços de comunicações eletrónicas:
  - Acessíveis ao público;
  - Não acessíveis ao público;
  - Utilizações de Espectro Isentas de licenciamento radioelétrico:
    - Isenção de licença de rede;
    - Isenção de licença de estação;

Aquando da instalação da primeira rede, à data de 2006, contactei a ANACOM com o objectivo de explicar a temática dos aproveitamentos hidroagrícolas e apresentar os equipamentos que proponha utilizar.

Tive várias reuniões com a ANACOM, para definir todos os requisitos necessários para a implementação da rede rádio que fosse de encontro às necessidades de automatização dos aproveitamentos hidroagrícolas.

Após a análise do processo a ANACOM definiu que a automatização das redes de rega de aproveitamentos hidroagrícolas se poderiam caracterizar como redes englobadas na definição de “Serviço móvel terrestre privado”.

De seguida irei transcrever a informação disponibilizada pela ANACOM, onde enquadra e define este tipo de redes. No final de cada secção, irei indicar as opções e características que enquadram este tipo de projectos.

#### **7.1.1.1 Definição das redes de “Serviço móvel terrestre privado”**

As redes de radiocomunicações privadas do serviço móvel terrestre (SMT) são redes destinadas a uso próprio ou de um grupo restrito de utilizadores, cujo objectivo se dirige normalmente ao apoio profissional da atividade desenvolvida.

Define-se como rede de radiocomunicações o conjunto formado por várias estações de radiocomunicações que comunicam entre si.

A estação de radiocomunicações é constituída por um ou vários emissores ou recetores ou um conjunto de emissores e recetores, incluindo os demais equipamentos acessórios, em condições de funcionamento e necessários para assegurar um serviço de radiocomunicações.

Para efeitos de procedimento relativo ao licenciamento, as redes privadas são classificadas quanto à duração e à implantação e estrutura/funcionamento.

Quanto à duração, as redes dividem-se em:

- **Redes permanentes** - redes cujo funcionamento é autorizado por um período de 5 anos automaticamente renovável, salvo determinação em contrário da ANACOM ou desistência do utilizador.
- **Redes temporárias** - redes de duração até 60 dias, especialmente destinadas a apoiar eventos de curta duração. A autorização é renovável, uma única vez, por igual período e para as mesmas características.

Quanto à implantação e estrutura, as redes dividem-se em:

- **Redes localizadas (estáveis)** - redes com estação(ões) de base e, eventualmente, com estação(ões) fixa(s) instalada(s) em pontos bem determinados e estáveis no tempo, não susceptíveis de mudança sem prévia autorização da ANACOM.
- **Redes localizadas (ambulatórias)** - redes cuja(s) estação(es) de base e/ou fixa(s) são de localização variável dentro de uma área geográfica pré-definida, segundo necessidades operacionais específicas. As condições de mobilidade estão ligadas à utilização de canais gerais. As alterações na localização, dentro da área definida, não carecem de autorização prévia da ANACOM mas devem ser-lhe comunicadas.
- **Redes sem estrutura fixa** - redes constituídas exclusivamente por estações móveis susceptíveis de deslocação aleatória e emissão dentro de uma determinada área geográfica bem definida.

No caso dos aproveitamentos hidroagrícolas são consideradas redes permanentes e estáveis.

#### *7.1.1.2 Licenciamento de uma rede permanente e estável*

Para que uma rede seja considerada e licenciada como estável deverá possuir um conjunto de características muito específicas, a saber:

**Constituição:** Uma ou várias estações de base e estações móveis poderão ser autorizadas como estações de comando remoto e interligação de estações de base - as estações de carácter fixo, instaladas em pontos bem determinados e estáveis no tempo, não são susceptíveis de mudança sem prévia autorização da ANACOM.

**Modo de funcionamento:** Semi-duplex, duplex.

**Tipo de transmissão:** Analógica - outros tipos de transmissão serão analisados casuisticamente pela ANACOM.

**Faixas de frequências utilizáveis:** 29,6-41MHz (40 MHz), 68-87,5 MHz (80 MHz), 146-174 MHz (160 MHz) e 440-450 MHz e 450-470 MHz (450 MHz).

**Consignação de canais:** Canais celulares.

**Espaçamento entre canais adjacentes:** 20 kHz na faixa de 29,6 a 41MHz e 12,5 kHz nas restantes faixas.

**Área de cobertura:** A determinar, com base no projecto.



**Potência Aparente Radiada (P.A.R.):** A fixar pela ANACOM, de acordo com o projeto apresentado, com um máximo atribuível de 25 Watt.

**Sistema radiante da estação de base:** Adequado à cobertura definida - quando a estação de base se situe na região fronteiriça ou em casos de cobertura reduzida específica (não circular), podem ser impostas antenas directivas e limitados os sectores de radiação. Quando a rede emita em canais não coordenados previamente com as autoridades espanholas, podem ser impostas limitações, nos termos da T/R 25-08E, para os valores do campo interferente colocado na fronteira, os quais não devem exceder: 6 dB mV/m na faixa de 80 MHz, 12 dB mV/m na faixa de 160 MHz e 20 dB mV/m na faixa de 450 MHz.

**Comando da base:** O comando da estação de base pode ser efectuado por uma das seguintes formas:

- Local,
- Remoto por via radioelétrica própria (estação fixa de comando na frequência),
- Remoto por via radioelétrica, através de Link monovia em UHF,
- Pelas estações móveis (função repetidora) e
- Pelos meios disponibilizados por operadores públicos.

Os equipamentos que utilizamos possuem as seguintes características:

- Funcionamento em semi-duplex;
- Transmissão analógica;
- Trabalham na faixa de frequência dos 440-450 MHz @ 12.5 kHz;
- A Potência Aparente Radiada, varia dependendo da antena selecionada e perdas nos cabos, mas nunca foi superior a 10 Watt.
- O comando local e efectuado ou de um modo local ou de um modo remoto por via radioelétrica, através de *link* monovia.

#### **7.1.1.3 Características técnicas e condicionantes relativas ao comando**

A estação fixa de comando na frequência poderá ser instalada até à distância máxima da estação de base de setenta quilómetros ou trinta e cinco quilómetros, consoante as frequências consignadas correspondam a células com sessenta ou trinta quilómetros de raio. Para distâncias superiores, o comando deverá ser efectuado por *link* monovia nas faixas de UHF, nas quais serão também consignadas as frequências para eventuais interligações de estações de base.

Quando a distância da estação fixa de comando na frequência, relativamente à estação de base, for igual ou inferior a dez quilómetros ou a cinco quilómetros (conforme raio

da célula de sessenta ou trinta quilómetros), poderá ser aceite antena omnidireccional para aquela estação. Acima daqueles limites e até às distâncias indicadas no parágrafo anterior, a antena será sempre directiva.

A Potência Aparente Radiada (P.A.R.) a autorizar para o comando remoto na frequência será a mínima indispensável para que a ligação se efectue em boas condições, calculada em função das características do terreno (perfil), localização e distância entre estações e sistemas radiantes. Em caso algum, poderá, contudo, exceder a P.A.R. atribuída à estação de base comandada.

Na faixa de 29,6-41 MHz não é autorizado o comando remoto por estação fixa na frequência.

A Potência Aparente Radiada (P.A.R.) a autorizar nas faixas de UHF para emissão das estações fixas e de interligação de estações de base será a mínima indispensável para que a ligação se efectue em boas condições.

Verificando-se interrupção do "Primeiro Elipsoide de Fresnel" superior a 80%, a ANACOM poderá recusar a autorização para o comando remoto e ou interligação de estações.

Se a rede incluir mais do que uma estação de base, é recomendável que o comando remoto se faça pela ligação que exija potência mais reduzida.

**Tom de protecção na emissão e na recepção:** Obrigatório em canal partilhado e nos casos em que, por razões de gestão do espectro radioelétrico, tal medida se imponha.

**Sistema de chamada selectiva:** Autorizado, não dispensando, porém, o tom de protecção nas condições acima indicadas.

**Dispositivo de inibição de emissão em caso de canal ocupado:** Obrigatório para todas as estações da rede utilizando canais partilhados.

**Dispositivo de temporização de emissão:** Obrigatório para todas as estações da rede em canal partilhado - tempo de emissão contínua um minuto para todas as estações, tempo de recuperação dez segundos.

**Projecto:** Obrigatório.

Os projetos possuem, por normas as seguintes características:

- Redes celulares com 30 quilómetros de raio;
- As estações base possuem antenas omnidireccionais;
- Os *links* monovia, sempre que necessários, possuem antenas directivas.

#### 7.1.1.4 *Consignação de faixas de frequência*

A escolha da faixa para consignação de frequências é determinada pelos seguintes factores:

- Ambiente;
- Área de operação (área de serviço);
- Modelos celulares associados às faixas;

Sendo que:

O **factor de ambiente** é fundamental e é função, entre outros, do ruído introduzido no espectro radioelétrico (designadamente “*man made noise*”) causado pela actividade humana e das características da propagação das ondas electromagnéticas, considerando-se para o efeito os ambientes urbano, semi-urbano e rural.

Em ambiente urbano, são consideradas todas as cidades do país e as suas áreas envolventes agregadas; no ambiente semi-urbano, incluem-se as vilas; e, em rural, as aldeias e áreas não povoadas.

A **área de operação (área de serviço)** é entendida como a área onde predominantemente circulam as estações móveis; considera-se também o carácter localizado ou ambulatório da rede.

As **faixas estão associadas** a modelos celulares diferenciados aplicáveis ao território nacional, à excepção da Região Autónoma da Madeira, onde é considerada apenas uma célula. Numa perspectiva de reutilização de frequências, consideram-se três tipos básicos de modelo celular, definidos para aplicação às faixas abaixo indicadas:

- Tipo 1 - Célula elementar com raio de quinze quilómetros, constituindo o modelo celular associado ao modo de funcionamento simplex na faixa de 440-450 MHz e aplicável apenas na zona litoral do Continente e na Região Autónoma dos Açores;
- Tipo 2 - Célula definida por um raio aproximado de trinta quilómetros, associado ao modo de funcionamento semi-duplex na faixa de UHF e ao modo simplex nas faixas de VHF/UHF;
- Tipo 3 - Célula definida por um raio aproximado de sessenta quilómetros, associado ao modo de funcionamento semi-duplex nas faixas de VHF, exclusivamente.

Na Tabela 3 esquematiza-se a distribuição dos modelos celulares pelas faixas de frequências e respectivos modos de funcionamento.

**Tabela 3 - Distribuição dos modelos celulares pelas faixas de frequências e respectivos modos de funcionamento**

Faixa	80 MHz		160 MHz		440-450 MHz e 450-470 MHz		440-450 MHz
	Simplex	Semi-duplex	Simplex	Semi-duplex	Simplex	Semi-duplex	Simplex
Tipo 1 – celular							ZL/A
Tipo 2 – celular	TT		TT		TT	TT	
Tipo 3 – celular		TT		TT			
Tipo 4 – não celular	TT	TT	TT	TT	TT	TT	

Em que:

- ZL: Zona litoral do Continente;
- A: Região Autónoma dos Açores;
- TT: Todo o território, excepto Região Autónoma da Madeira

O modelo de reutilização é baseado no factor  $K=3$ , de modo a evitar a interferência entre células que utilizem as mesmas frequências.

Os canais, agrupados segundo a sua finalidade (*simplex*, *semi-duplex*), são destinados a estações de diversos titulares de redes, partilhando no tempo as respectivas frequências. Na Tabela 4, indicam-se as densidades de ocupação destes canais:

**Tabela 4 - Densidade de canais em regime de ocupação partilhada e agrupamento de redes por escalões de estações móveis**

	Escalão de estações móveis	Número máximo de entidades partilhadas por canal	Quantidade de estações móveis de cada rede
<b>Canais celulares</b>	1	10	Até 5
	2	7	De 6 a 10
	3	3	De 11 a 20
	4	2	De 21 a 35
	5	1	Mais de 35
<b>Canais Gerais (nível nacional)</b>	1	30	Até 5
	2	15	De 6 a 10
	3	10	De 11 a 20
	4	5	De 21 a 35
	5	2	Mais de 35

As redes de radiocomunicações privadas são agrupadas nos canais partilhados segundo as indicações do quadro acima e taxadas, correspondentemente, de acordo com o tarifário em vigor.

Registando-se modificações do número de estações móveis de uma rede que impliquem mudança de escalão, a ANACOM poderá determinar a alteração das frequências da rede em causa, de modo a manter o equilíbrio na utilização dos canais. Nestas circunstâncias, não haverá lugar a compensação da ANACOM pelos encargos do titular resultantes da alteração de frequências.

Os projetos possuem, por normas as seguintes características:

- Considera-se que estão em zonas rurais;
- As células são definidas como Tipo 2;
- O número de canais partilhados depende do número de UTR's de cada projecto.

#### **7.1.1.5 Procedimento de licenciamento**

Em termos de procedimento para o licenciamento será necessário que a entidade interessada no licenciamento de "rede localizada" remeta à ANACOM o formulário Modelo 045 devidamente preenchido.

Relativamente aos vários módulos deste modelo, destaca-se o seguinte:

O **módulo 1 - Identificação do Requerente** - contém, entre outros, dois campos (N.I.F. e C.A.E.):

- N.I.F. - Número de Identificação Fiscal: o requerimento deve ser acompanhado pela fotocópia do respectivo cartão;
- C.A.E. - Código da Actividade Económica: é aplicável a entidades inscritas no Registo Nacional de Pessoas Colectivas.

No **módulo 2 - Quantidade de estações a instalar** - a indicação do escalão de estações móveis previstas para a rede é indispensável para a futura consignação do canal adequado; não é necessária a indicação da quantidade exacta mas apenas a anotação de (X) na quadrícula respectiva.

O **módulo 3 - Objectivo da Rede** - deverá designar a finalidade específica das comunicações, que poderá não coincidir com a actividade do requerente.

O **módulo 4 - Estrutura da Rede** - destina-se e efectuar uma representação esquemática da rede, através dos símbolos gráficos indicados no impresso. A designação "estação fixa do comando na frequência".

O **módulo 5 - Localização das estações com características fixas** - é utilizado para FB (estação de base), FX (estação fixa de comando e interligação-Link monovia em UHF) e FML (estação fixa de comando na frequência).

O **módulo 7 - Quantidade de canais pretendidos** - refere-se a canais para emissão de todas as estações da rede (estações de base e estações móveis).

No **módulo 9 - Assinatura** - é dispensável, nesta fase, o reconhecimento da assinatura do requerente, a qual só é exigida mais tarde, no requerimento para instalação e utilização da rede.

Analisado o requerimento, será transmitida ao requerente através de ofício, no mais curto espaço de tempo, a faixa a atribuir, bem como elementos que devem constar no projecto. Esta indicação terá a validade de 90 dias, após o que a ANACOM não garante a utilização da faixa indicada.

Dentro do prazo definido no ofício da ANACOM (indicação de faixa), deve ser remetido o formulário Modelo 046 (versão gráfica) (versão texto) ANACOM, acompanhado dos elementos do projecto previamente indicados.

No módulo 2 deste impresso, deverão ser indicadas alterações entretanto pretendidas. Perante a inclusão de alterações nesta fase do licenciamento, a ANACOM poderá rever os parâmetros apontados no ofício de "Indicação de Faixa".

Após a análise e aprovação dos elementos do projecto, a ANACOM emitirá a licença de rede, na qual serão indicadas a composição, estrutura, características técnicas e condições de funcionamento.

Quando forem utilizados, simultaneamente, canais simplex e semi-duplex pelas estações que compõem a rede, poderá haver necessidade de emissão de duas licenças distintas.

Após a recepção da licença por parte do seu titular, a rede poderá ser utilizada.

## 7.1.2 Concepção de um projecto de “Serviço móvel terrestre privativo”

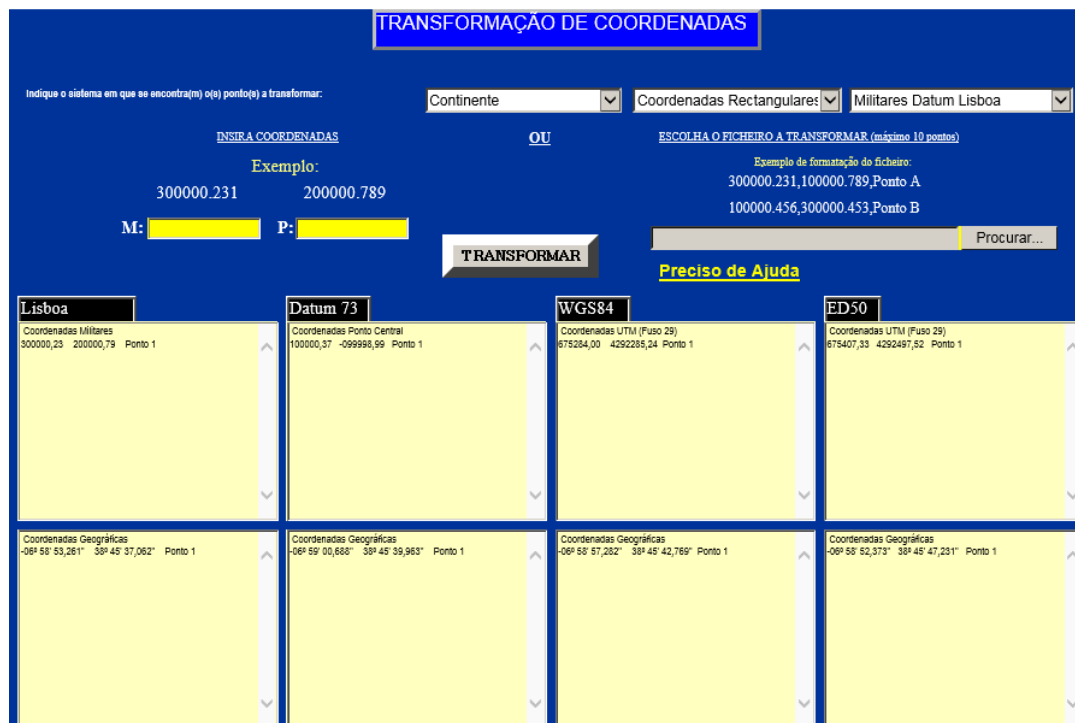
### 7.1.2.1 Localização dos pontos de implantação dos hidrantes

Este tipo de projetos inicia-se com a análise dos desenhos de implantação da rede de rega e localização de pontos chaves, nomeadamente, a localização dos hidrantes e do centro de controlo.

Estes desenhos de implantação são, por norma, disponibilizados em formato “*dwg*” e todos os pontos estão referenciados no sistema de coordenadas retangulares (meridiano, paralelo).

A primeira tarefa a efetuar é a identificação da localização de todos os pontos para que os possamos utilizar nas aplicações informáticas para o cálculo e planeamento da rede de rádio. Após a identificação dos pontos, em coordenadas retangulares, é necessário efetuar a sua conversão para o sistema de localização geográfica baseado em graus, minutos e segundos (WGS84).

A Figura 37 ilustra a aplicação informática, disponibilizada pelo “Centro de Informação Geoespacial do Exército Português” [12], que utilizo para a transformação de coordenadas.



**TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS**

Indique o sistema em que se encontra(m) o(s) ponto(s) a transformar:  Continente  Coordenadas Rectangulares:  Militares Datum Lisboa

INSIRA COORDENADAS **OU** ESCOLHA O FICHEIRO A TRANSFORMAR (máximo 10 pontos)

Exemplo: 300000.231 200000.789

Exemplo de formatação do ficheiro: 300000.231,100000.789,Ponto A  
100000.456,300000.453,Ponto B

M:  P:

**TRANSFORMAR**

[Preciso de Ajuda](#)

Lisboa	Datum 73	WGS84	ED50
Coordenadas Militares 300000,23 200000,79 Ponto 1	Coordenadas Ponto Central 100000,37 -099998,99 Ponto 1	Coordenadas UTM (Fuso 25) 675284,00 4292285,24 Ponto 1	Coordenadas UTM (Fuso 25) 675407,33 4292487,52 Ponto 1
Coordenadas Geográficas -06° 58' 53,261" 38° 45' 37,062" Ponto 1	Coordenadas Geográficas -06° 59' 00,682" 38° 45' 39,963" Ponto 1	Coordenadas Geográficas -06° 58' 57,282" 38° 45' 42,769" Ponto 1	Coordenadas Geográficas -06° 58' 52,373" 38° 45' 47,231" Ponto 1

Figura 37 – Conversão de coordenadas



Após a conversão das coordenadas de todas as localizações, é necessário verificar se estes estão na localização pretendida. Por norma utilizo a aplicação informática “*Google Earth*” para efetuar essa verificação.

A Figura 38 ilustra a implantação dos pontos chave sobre os ortofotomapas disponibilizados pela aplicação informática “*Google Earth*” [13].



**Figura 38 – Localização dos pontos chave**

Após a confirmação da localização de cada ponto, início a fase de execução do projecto da rede rádio.



### 7.1.2.2 *Definição dos dados de projecto*

Nesta fase, é essencial que estejam definidas algumas premissas do projecto assim como as características dos equipamentos que iremos utilizar.

Estes projectos possuem as seguintes premissas:

- Unidades concentradoras e unidades repetidoras:
- Altura máxima da antena: quinze metros
- Têm que estar localizadas dentro do aproveitamento hidroagrícola, de preferência junto a um hidrante;
- Têm que estar localizadas junto de um caminho público, de modo a permitir as ações de manutenção preventiva.
- Unidades UTR
- Altura máxima da antena: três metros
- Têm que estar localizadas dentro aos hidrantes;
- Centro de controlo
- Altura máxima da antena depende da envolvente do projecto (meios de fixação do antena, existência ou não de para-raios, impacto visual, etc..), se possível máximo quinze metros;
- Localização definida pelo projecto, por norma é onde reside a aplicação informática de controlo da rede de rega.
- A margem de “reserva” em termos de sensibilidade é de 20%.

Para além das premissas acima enumeradas, é necessário conhecer e seleccionar os equipamentos rádio, activos e passivos a utilizar no projeto, nomeadamente os seguintes aspetos técnicos:

- Unidades concentradoras, UTR’s e rádio modems:
- Sensibilidade (dBm);
- Potência de emissão (mW);
- Antenas:
- Diagrama de radiação;
- Ganho (dBm)
- Cabos:
- Atenuação.

A Hubel Industria da Água, é parceira e distribuidora de equipamentos rádio da marca “*Farell Instruments*”, deste modo, todos os projectos rádio são efectuados tendo em considerações as características desses equipamentos.

Deste modo, utilizamos equipamentos rádio com as características enumeradas na Tabela 5.

**Tabela 5 - Características dos equipamentos activos e passivos**

<b>Equipamentos activos</b>					
	<b>Potência</b>	<b>Sensibilidade</b>	<b>Modelação</b>	<b>Transmissão</b>	<b>Frequência</b>
<b>UTR</b>	500 mW	-112 dBm	2FSK	Analógica	UHF
<b>UC</b>	2W	-112 dBm	2FSK	Analógica	UHF
<b>UR</b>	0.1-5W	-112 dBm	GMSK	Analógica	UHF

<b>Equipamentos passivos - Cabos</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Atenuação [dB/m] @ 450MHz</b>	<b>Utilização</b>
RG58	0.394	Antena Lambda / UTR
RG213	0.135	Antena Omnidireccional / UC
LCF12-50J	0.047	Antena Yagui / UR

<b>Equipamentos passivos - Antenas</b>	
<b>Tipo</b>	<b>Ganho</b>
Lambda	2.00 dBd
Omnidireccional	2.85 dBd
YAGUI	9.85 dBd

É de frisar que as unidades concentradoras e as unidades repetidoras são alimentadas a 24VDC. As UTR's possuem com fonte de alimentação uma pilha de lítio que lhes garante uma autonomia média de três anos em pleno funcionamento.

### **7.1.2.3 Cálculo da localização das unidades concentradoras**

A definição da localização das unidades concentradoras é uma das tarefas críticas nestes projectos pois temos que garantir que todas as UTR's comunicam em 99.99% do tempo independentemente das condições atmosféricas, e por outro lado o número de unidades concentradoras deverá ser o menor possível, para otimizar os custos de instalação e de exploração e manutenção.

O cálculo do número de unidades concentradoras e a sua localização é efectuada com o auxílio de uma aplicação informática dedicada a este propósito denominada “*Radio Mobile*” [14].

O “*Radio Mobile*” é uma aplicação informática que permite a simulação de rádio frequência, com distribuição gratuita, desenvolvida por *Roger Coudé*. Baseia-se no modelo de *Longley-Rice* [15] e opera na gama de frequências entre os 20 MHz a 20 GHz.

Esta aplicação fornece várias opções de cálculo para ligações ponto a ponto, inclusivamente níveis de sinal esperado em qualquer ponto do percurso, perdas por difração em obstáculos, interferências entre estações e cálculos de cobertura de uma ou mais estações.

A aplicação utiliza mapas de elevação digitais, SRTM (*Space Shuttle radar Terrain Mapping Mission*) [16]. Estes mapas podem ser obtidos no site da USGS (*U. S. Geological Survey*). A aplicação possibilita a sobreposição de várias camadas de mapas de modo a facilitar a análise da cartografia.

Neste relatório não pretendo demonstrar como parametrizar e utilizar a aplicação informática, porém irei mostrar algumas telas de parametrização e de resultados de modo a melhor entender as considerações que tomo aquando da execução de um projeto desta natureza.

Numa primeira fase é necessário carregar os dados e premissas do projeto.

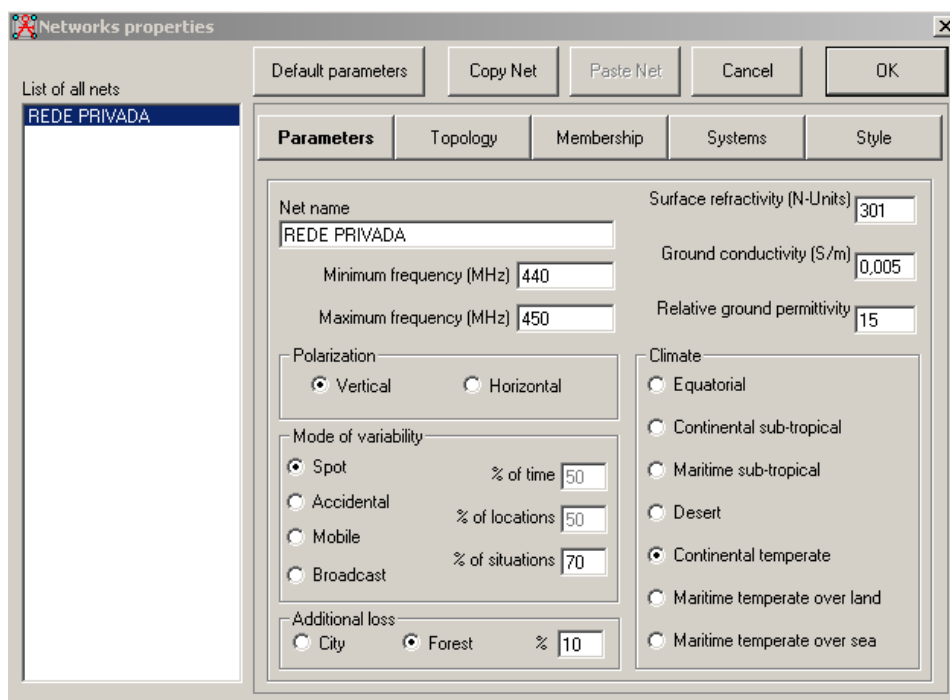
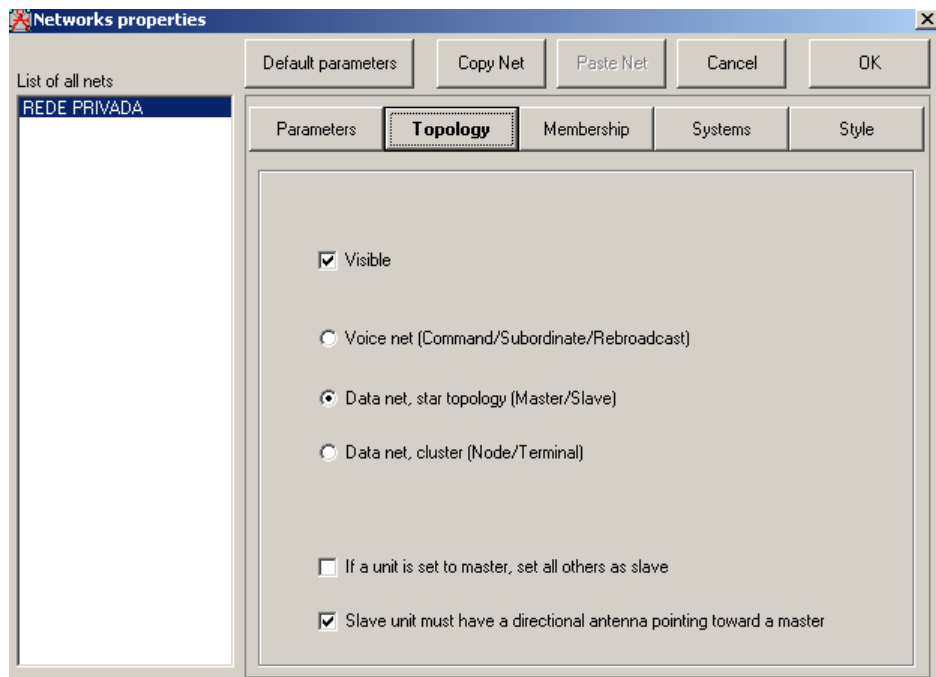


Figura 39 - Configuração das propriedades da rede - parâmetros



**Figura 40 – Configuração das propriedades da rede - topologia**

As Figura 39 e Figura 40 ilustram os ecrãs de configuração dos dados do projecto, nomeadamente:

- Nome da rede;
- Faixa de frequências;
- Parâmetros para o cálculo dos modelos de propagação;
- Topologia de rede;
- Associação dos membros da rede (UTR's e UC's)

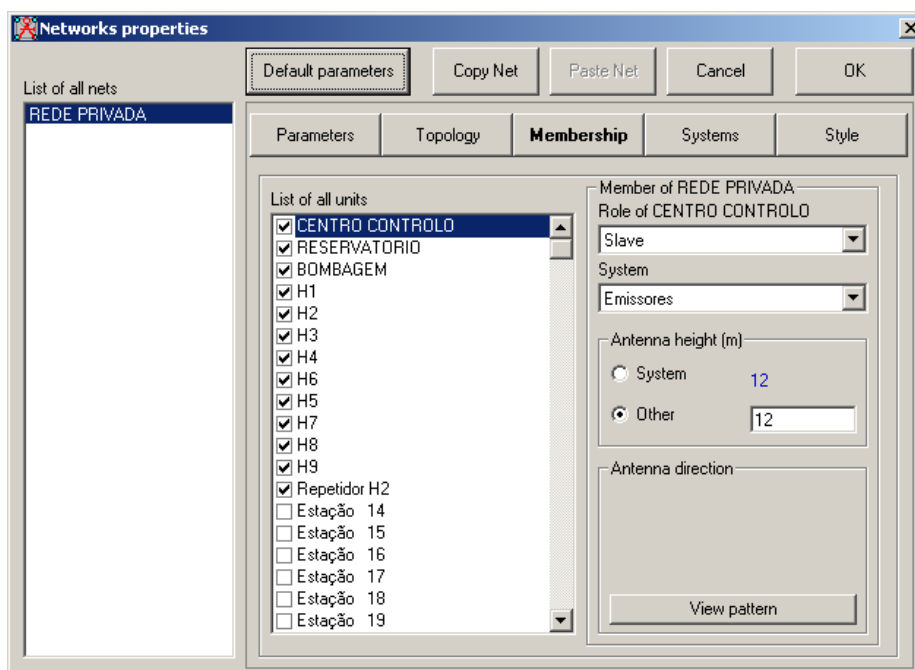


Figura 41 - Configuração das propriedades da rede – membros

A Figura 41 ilustra a associação dos membros da rede, as estações emissoras e as estações receptoras. Em termos de projeto indico que a altura máxima dos mastros para a instalação das antenas é de 12 metros, porém, utilizo mastros de 15 metros.

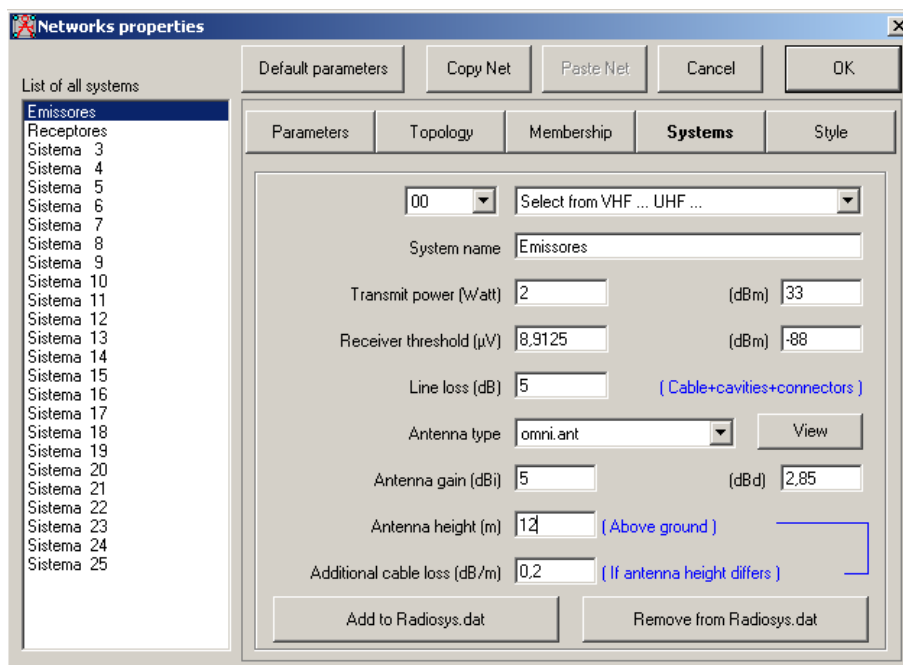
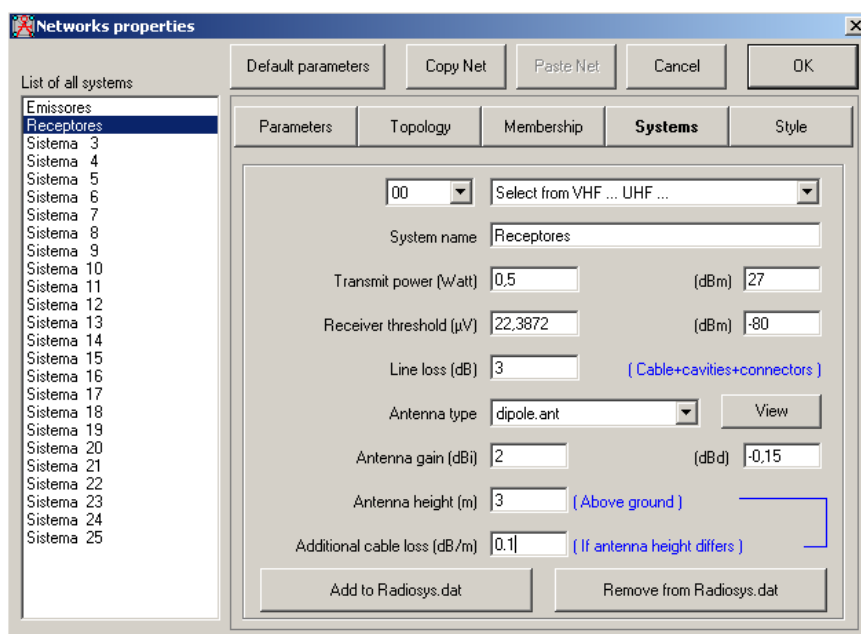


Figura 42 - Configuração das propriedades da rede – sistemas emissores



**Figura 43 - Configuração das propriedades da rede – sistemas receptores**

A Figura 42 ilustra a configuração base das estações emissoras e a Figura 43 ilustra a configuração base das unidades receptoras, nomeadamente as potências de emissão, sensibilidades, tipo de antenas, perdas nos cabos e conectores assim como a indicação da altura das antenas.

Para os emissores indico que há 5 dB de perdas nos cabos e conectores, quando na realidade são aproximadamente 3 dB e para os receptores calculo que há 3 dB de perdas nos cabos e conectores, quando na realidade são aproximadamente 2,5 dB.

Após a introdução de todas as configurações acima indicadas a aplicação informática possui rotinas que calculam o ponto óptimo de localização das unidades concentradoras, por norma são os pontos que apresentam uma maior elevação em relação ao nível do mar.

Numa segunda fase, valido os pontos indicados e caso necessário, ajusto manualmente a localização para que se cumpra a premissa da localização, isto é, estar próximo de um hidrante e de um caminho de acesso.

Este processo é iterativo e é repetido até se encontrar os melhores pontos de localização das unidades concentradoras.

A aplicação informática possui ferramentas que permitem desenhar a cobertura da rede por cima de uma imagem do “*Google Earth*”, e deste modo resulta uma representação gráfica da cobertura da rede rádio que estamos a projetar.

A cor mais fria representa as zonas de menor cobertura, até -80 dBm, e a cores mais quentes representam as zonas com melhor cobertura, construído deste modo o mapa de cobertura ilustrado na Figura 44.

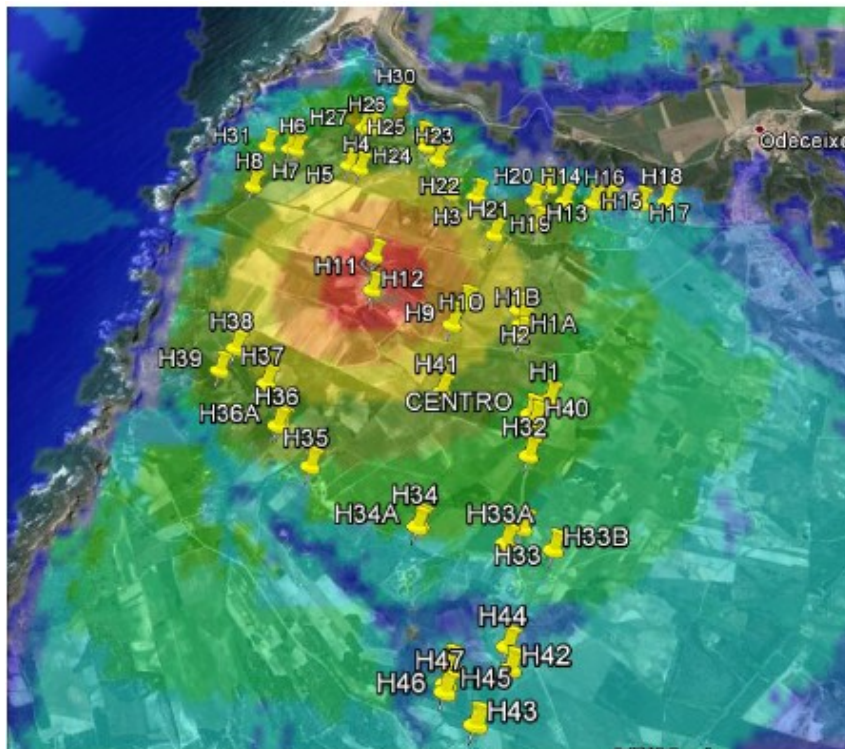


Figura 44 - Mapa de cobertura

Após a definição dos pontos ótimos, a aplicação gera um conjunto de resultados que com os quais construo um resumo, que consta na Tabela 6.



**Tabela 6 - Extrato de um mapa resumo - UC @ UTR**

Hidrantes (Subscribers)	COORDENADAS		PARENTING		POT. SINAL RECEBIDO HIDRANTES		ORIENTAÇÃO DAS ANTENA			MARGENS		LIMITES PROPAGAÇÃO		
	X / Long. [g.mmss,ss]	Y / Lat. [g.mmss,ss]	Base Station	Call-sign	FSR dBuV/m	Power received [dBm]	Azimuth [°]	Tilt [°]	Distance [m]	Margin (no rain) [dB]	Reliability [%]	TOA [µsec]	Threshold [dBm]	Frequency [MHz]
H1	-8,4703920	37,2500030	3	TxB @ H11	59,5	-67,4	313,5	-0,7	1309	22,48	99,99999	4,36	-83	458
H1A	-8,4710170	37,2511900	3	TxB @ H11	65,1	-61,9	302	-0,9	944	28,08	99,99999	3,15	-83	458
H1B	-8,4710260	37,2514050	3	TxB @ H11	65,5	-61,4	299,4	-0,8	918	28,54	99,99999	3,06	-83	458
H2	-8,4710910	37,2516740	3	TxB @ H11	67,3	-59,6	295	-0,8	828	30,3	99,99999	2,76	-83	458
H3	-8,4726900	37,2541330	3	TxB @ H11	71,5	-55,5	225	-0,2	566	34,45	99,99999	1,89	-83	458
H4	-8,4747530	37,2547210	3	TxB @ H11	72,5	-54,4	170,5	0,6	608	35,51	99,99999	2,03	-83	458
H5	-8,4750140	37,2548040	3	TxB @ H11	72,1	-54,8	161,6	0,7	633	35,11	99,99999	2,11	-83	458
H6	-8,4802460	37,2551740	3	TxB @ H11	66,7	-60,2	144,5	0,8	860	29,69	99,99999	2,87	-83	458
H7	-8,4804050	37,2552120	3	TxB @ H11	65,3	-61,6	143,7	0,8	930	28,35	99,99999	3,1	-83	458
H8	-8,4810560	37,2543740	3	TxB @ H11	66,7	-60,2	125,5	1,2	860	29,68	99,99999	2,87	-83	458
H9	-8,4724020	37,2514230	3	TxB @ H11	71,9	-55,1	315	-0,5	636	34,86	99,99999	2,12	-83	458
H10	-8,4721940	37,2518330	3	TxB @ H11	73,3	-53,7	301	-0,7	583	36,25	99,99999	1,94	-83	458
H11	-8,4741750	37,2528140	3	TxB @ H11	96	-30,9	0	90	5	59	99,99999	0,02	-83	458
H12	-8,4741240	37,2521370	3	TxB @ H11	84,1	-42,8	346	1,1	206	47,1	99,99999	0,69	-83	458
H13	-8,4707960	37,2533940	3	TxB @ H11	66,9	-60	260	-1,1	863	29,89	99,99999	2,88	-83	458
H14	-8,4702350	37,2538840	3	TxB @ H11	63,3	-63,7	253,3	-0,8	1044	26,28	99,99999	3,48	-83	458
H15	-8,4656290	37,2538510	3	TxB @ H11	52	-74,9	255,4	-0,6	1189	15,03	99,99999	3,96	-83	458
H16	-8,4652990	37,2538400	3	TxB @ H11	51	-75,9	256	-0,7	1237	14,03	99,99999	4,12	-83	458
H17	-8,4645950	37,2538050	3	TxB @ H11	49,1	-77,8	257,9	-0,7	1432	12,13	99,99999	4,77	-83	458
H18	-8,4640500	37,2538500	3	TxB @ H11	47,7	-79,3	258,7	-0,7	1530	10,66	99,99998	5,1	-83	458
H19	-8,4709020	37,2539090	3	TxB @ H11	66,7	-60,2	249,4	-0,8	854	29,74	99,99999	2,85	-83	458
H20	-8,4705800	37,2542100	3	TxB @ H11	64,3	-62,6	246	-0,7	985	27,31	99,99999	3,28	-83	458
H21	-8,4717100	37,2531910	3	TxB @ H11	72,7	-54,2	260,5	-1	608	35,73	99,99999	2,03	-83	458
H22	-8,4721440	37,2540450	3	TxB @ H11	71	-56	235	-0,4	610	33,98	99,99999	2,03	-83	458
H23	-8,4730540	37,2549000	3	TxB @ H11	62,8	-64,1	204,8	0,4	716	25,82	99,99999	2,39	-83	458
H24	-8,4733340	37,2552030	3	TxB @ H11	61,4	-65,5	198,4	0,5	791	24,44	99,99999	2,64	-83	458
H25	-8,4734820	37,2554200	3	TxB @ H11	67	-59,9	194	0,4	825	30,01	99,99999	2,75	-83	458
H26	-8,4746510	37,2556560	3	TxB @ H11	66,7	-60,2	173,3	0,5	856	29,69	99,99999	2,85	-83	458

O mapa resumo, permite confirmar que todas as UTR's possuem uma potência de sinal recebido superior a -80 dBm, verificar a distância de cada UTR à unidade concentradora e a orientação da antena lambda de cada UTR.

Por norma anexo este mapa resumo ao projeto de licenciamento da rede, junto da ANACOM.

### 7.1.3 Base Teórica – Modelo de Propagação

A aplicação informática “*Radio Mobile*”, utiliza para os seus cálculos o modelo de propagação *Longley-Rice* desenvolvido por um instituto Norte-americano denominado ITS (*Institute for Telecommunications Science*) [17].

O modelo de propagação *Longley-Rice* foi desenvolvido para frequências de 20 MHz a 20 GHz e é um modelo de propósito geral que pode ser aplicado em diversas situações para o cálculo de cobertura de equipamentos rádio. Este modelo foi desenvolvido com base nos conceitos eletromagnéticos e em análises estatísticas das características dos terrenos e de medições das potências dos sinais rádio, calcula a atenuação média do sinal em função da distância e da variação do sinal em função das condições atmosféricas e em função da topografia e ocupação do terreno.

Deste modo este modelo, para além dos dados rádio elétricos dos emissores e receptores requer dados ambientais, tais como: refração, condutividade e permissividade do solo e condições atmosféricas.

#### 7.1.3.1 Refracção

A refração do solo é a medida da refração do ar próximo do solo. Em geral, o valor da refração diminui com a altitude, sendo o seu valor máximo próximo do nível do mar. Este fenómeno acontece porque a refração da atmosfera está constantemente em mudança, devido às variações da densidade e da temperatura do ar, devido a este fenómeno as ondas electromagnéticas não viajam a direito mas fazem uma pequena curva e acompanham a curvatura terrestre.

O valor da refração, poderá ser calculado com base nas seguintes equações:

$$(1) n = 1 + N \times 10^{-6}, \text{ onde}$$

$$(2) N = N_{dry} + N_{Wet} = \frac{77.6}{T} \left( P + 4810 \frac{e}{T} \right) \text{ (partes por milhão), em que}$$

$$(3) N_{dry} = 77.6 \frac{P}{T}, e$$

$$(4) N_{wet} = 3.732 \times 10^5 \frac{e}{T^2}$$

Onde,

P: pressão atmosférica (hPa)

e: pressão do vapor de água (hPa)

T: temperatura absoluta (T)

Os valores da refração podem também ser lidos através do ábaco da Figura 45.

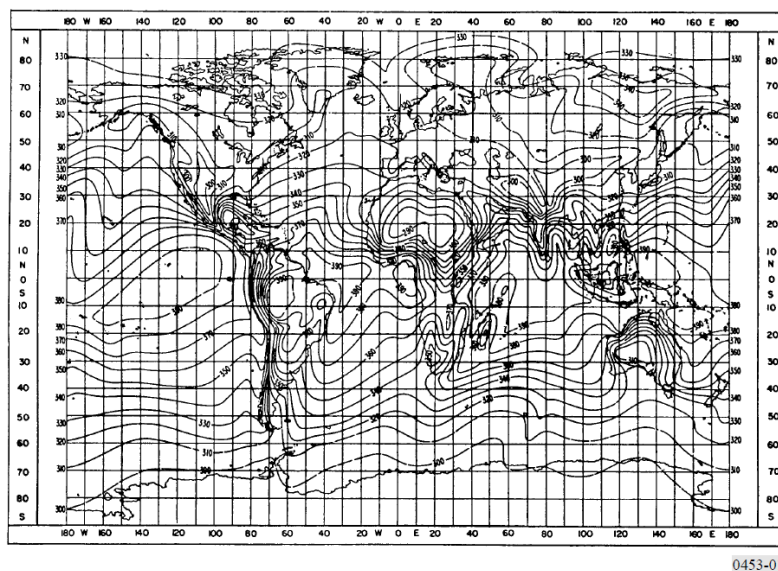


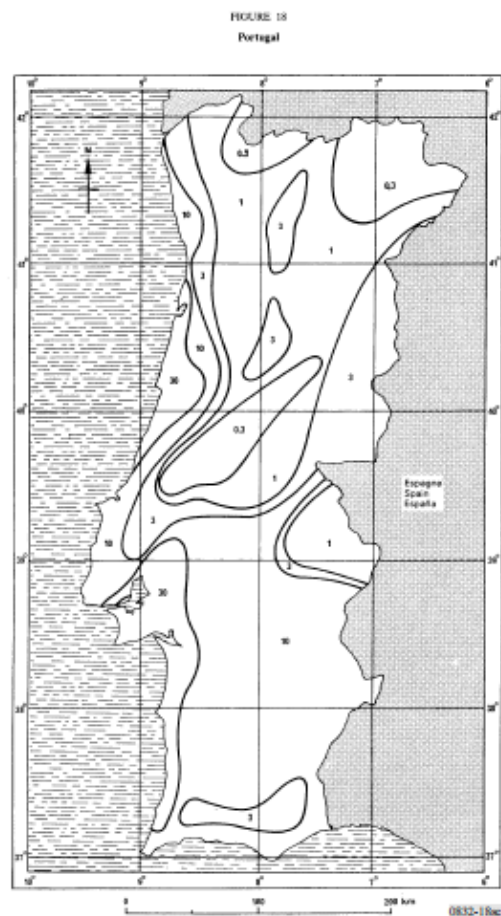
Figura 45 - Ábaco de índices de refração

O valor médio que utilizo para os cálculos é de 301 (partes por milhão) pois é o valor aconselhado para o sul da Europa.

### 7.1.3.2 Condutividade e Permissividade do solo

A condutividade do solo é um factor extremamente importante para calcular a intensidade do campo magnético e a propagação dos sinais rádios na superfície. Esta característica afecta principalmente os sinais de baixa frequência.

O valor da condutividade é expressa em Siemens por metro. Estes valores estão estudados para todo o planeta e podem ser consultados em ábacos. A Figura 46 ilustra o ábaco para Portugal, os valores indicados da condutividade estão expressos em mS/m.



**Figura 46 - Condutividade do solo**

A permissividade relativa do solo é expressa em Farads por metro e é dependente da condutividade. A aplicação utiliza as considerações do modelo de propagação que se expressam na Tabela 7.

**Tabela 7 - Valores de Condutividade e Permissividade dos solos**

<b>Tipo de Solo</b>	<b>Condutividade</b>	<b>Permissividade</b>
Solo médio	0.005	15
Solo podre	0.001	4
Solo rico	0.02	25
Água fresca	0.01	81
Água do mar	5	81

### **7.1.3.3 Condições Atmosféricas e ocupação**

O modelo de propagação possui factores de cálculo para sete tipos de zonas climatéricas: clima equatorial, continental subtropical, marítimo subtropical, deserto, continental temperado, marítimo temperado continental e marítimo temperado ilhas.

Em termos de ocupação há um conjunto de factores que permitem “afinar” o modelo ao caso de estudo, nomeadamente se consideramos que a localização da rede está numa cidade ou num ambiente rural.

Os dados e gráficos acima apresentados foram obtidos nas recomendações “*Recommendation ITU-R P.453-9, The radio refractive index*” [17] e “*Recommendation ITU-R P.832-2, World Atlas of Ground Conductivities*” [18].

#### **7.1.4 Cálculo das ligações Ponto a Ponto**

Na maioria dos projectos, surge também a necessidade de projectar ligações rádio ponto a ponto, pois as unidades concentradoras estão implantadas em pontos estratégicos dentro da área do aproveitamento hidroagrícola, mas há que garantir que as unidades concentradoras comunicam com a aplicação informática residente no centro de controlo.

Existem inúmeros modos de estabelecer esta comunicação, como por exemplo utilizando a tecnologia GSM/GPRS ou até mesmo passagem de cabos de comunicação ou fibra óptica.

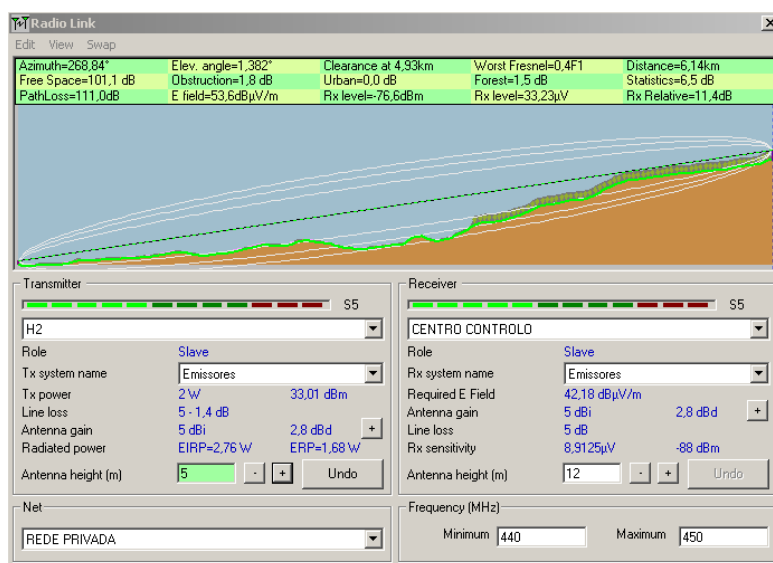
O tipo de ligação ou tecnologia a seleccionar depende das condições envolventes do projeto, como por exemplo, se há cobertura das operadoras de GSM/GPRS ou se está previsto a passagem de cabos de comunicação ou fibra óptica junto das condutas de água.

Por norma, defendo ligações rádio ponto-a-ponto e utilizo a estrutura das unidades concentradoras (localização, armário elétrico e mastro) para instalar o conjunto de equipamentos que me permita construir a ligação ponto a ponto.

Defendo as ligações rádio ponto a ponto, sempre que não haja ligações por cabo ou fibra óptica, em detrimento das ligações GSM/GPRS porque defendo que devemos ter o “controlo” de toda a estrutura de comunicações e não depender do “bom” funcionamento de equipamentos de entidades externas, nomeadamente fornecedores de telecomunicações.

Para o cálculo e validação das ligações ponto a ponto, utilizo as parametrizações anteriormente exemplificadas para a definição da localização das unidades concentradoras.

Após a introdução dos dados, a aplicação informática representa graficamente o feixe Hertziano, Figura 47, e calcula um conjunto de resultados para a análise da viabilidade da ligação.



**Figura 47 - Resumo do cálculo de uma ligação ponto a ponto**

A Figura 47 é composta por três áreas distintas, em que:

- Na área superior, é apresentado um resumo dos valores de atenuação considerados, da distância entre o emissor e o receptor, assim como o cálculo da potência de recepção.
- No meio, é desenhado a topologia do terreno, o raio directo e os três primeiros elipsoides de Fresnell.
- Na área inferior, são apresentados os valores de potências, ganhos e atenuações previamente configurados para cada conjunto de emissor e antena. Para facilidade de cálculo podemos alterar a altura do mastro e verificar as variações que daí resultam.

Com base nos resultados proporcionados pela aplicação, avalio se a ligação é ou não viável. Se a ligação for viável a localização da unidade concentradora está validada em definitivo. Caso a ligação não for viável, há que considerar a alteração da localização da unidade concentradora ou a criação de um ponto de repetição (unidade repetidora) na zona de interrupção do raio directo.

Este cálculo é efectuado para todas as unidades concentradoras que não estejam directamente ligadas ao centro de controlo.



#### **7.1.4.1 Licenciamento**

O licenciamento da rede impõe-se sempre que estejamos a utilizar frequências sujeitas a licenciamento, isto é, na gama dos 440-450 MHz.

Por vezes, nos aproveitamentos hidroagrícolas com menor área de abrangência, onde existe somente a necessidade de uma unidade concentradora, proponho a utilização de frequências não sujeitas a licenciamento.

Para as unidades concentradoras, existem na faixa do UHF quadro canais que podem ser utilizados, 458.1125 MHz, 458.1250 MHz, 458.1375 MHz e 458.1500 MHz, porém estamos limitados a uma potência aparente radiada de 500 mW.

Para as ligações ponto a ponto, utilizo os canais disponíveis da faixa VHF, a saber: 150.9375 MHz, 150.9500 MHz, 155.5375 MHz e 155.5500 MHz também limitados a uma potência aparente radiada de 500 mW.

A Figura 48 é um extracto do QNAF2 onde se identifica as frequências isentas de licenciamento, assim como as potências máximas de emissão, tipo de antena permitido, espaçamento entre canais e “*Duty Cycle*” permitido.

**ISENÇÃO DE LICENÇA DE ESTAÇÃO**

SRD - Caracterização das estações (cont.)					
Aplicação	Faixas de frequências	Limites máx.de potência ou de intensidade de campo	Tipo de antena	Espaçamento entre canais	"Duty Cycle"
RFID - Sistemas de Identificação RF	2446-2454 MHz	500 mW	Integrada ou dedicada	Ocupação de toda a faixa	até 100%
	865 - 868 MHz	100 mW p.a.r.		200 kHz	LBT
	865,6 - 867,6 MHz	2 W p.a.r.			
	865,6 - 868 MHz	500 mW p.a.r.			
Sistemas de áudio sem fios <sup>26</sup>	87,5 - 108 MHz	50 nW p.a.r.	Integrada	200 kHz	até 100%
	863 - 865 MHz	10 mW p.a.r		Ocupação de toda a faixa <sup>27</sup>	
	864,8 - 865 MHz	10 mW p.a.r		50 kHz	
Sistemas de telecomando, telemídia, telealarmes e transmissão de dados	29,980 MHz	100 mW p.a.r	Integrada ou dedicada	10 kHz	
	29,990 MHz				
	30,000 MHz				
	30,100 MHz				
	150,9375 MHz	500 mW p.a.r		12,5 kHz	
	150,9500 MHz				
	155,5375 MHz				
	155,5500 MHz				
	458,1125 MHz				
	458,1250 MHz				
458,1375 MHz					
458,1500 MHz					
SRR - Sistemas de radar de curto alcance para automóveis	21,65-26,65 GHz <sup>28</sup>	<sup>29</sup>	Integrada	Ocupação de toda a faixa	
	24,05-24,25 GHz <sup>30</sup>	20 dBm p.l.r.e. pico	Integrada	Ocupação de toda a faixa	<sup>31</sup>
	77-81 GHz	55 dBm p.l.r.e. pico <sup>32</sup>	Integrada	Ocupação de toda a faixa	

**Figura 48 - Frequências isentas de licença de estação**

Sempre que não for possível a utilização de frequência isentas de licenciamento, há a necessidade de elaborar o projecto da rede de “Serviço Móvel Terreste” para o submeter a ANACOM.

Um projeto para uma rede de “Serviço Móvel Terreste” é composto obrigatoriamente pela seguinte documentação técnica:

- Elementos de identificação
- Identificação do titular da rede e das infraestruturas da instalação;
- Identificação do projetista;
- Caracterização da rede;
- Memória descritiva da rede e seus componentes;
- Mancha de cobertura das unidades concentradoras;
- Mapa de ligações das UTR's com as concentradoras;

- Caracterização das ligações ponto a ponto e unidades concentradoras;
- Preenchimento do modelo 045 – ANACOM – “Requerimento para indicação de faixa de frequências - Redes localizadas do serviço móvel terrestre”
- Preenchimento do modelo 046 – ANACOM – “Requerimento para licenciamento de rede privativa de radiocomunicações - Redes localizadas do serviço móvel terrestre”

#### 7.1.4.2 Caracterização da rede

Na caracterização da rede são descritas todas as características técnicas da rede a implementar.

Numa primeira fase descrevo o objectivo da rede a sua área de abrangência (concelho e freguesia), a sua constituição indicando o número de elementos que a compõem e o número de canais a atribuir pela ANACOM diferenciando o número de canais para as unidades concentradoras e unidades repetidoras e o tipo dados e de transmissão.

É também obrigatório apresentar um diagrama detalhado da estrutura da rede, Figura 49, onde se ilustra o fluxo de informação e como é que os equipamentos comunicam entre si.

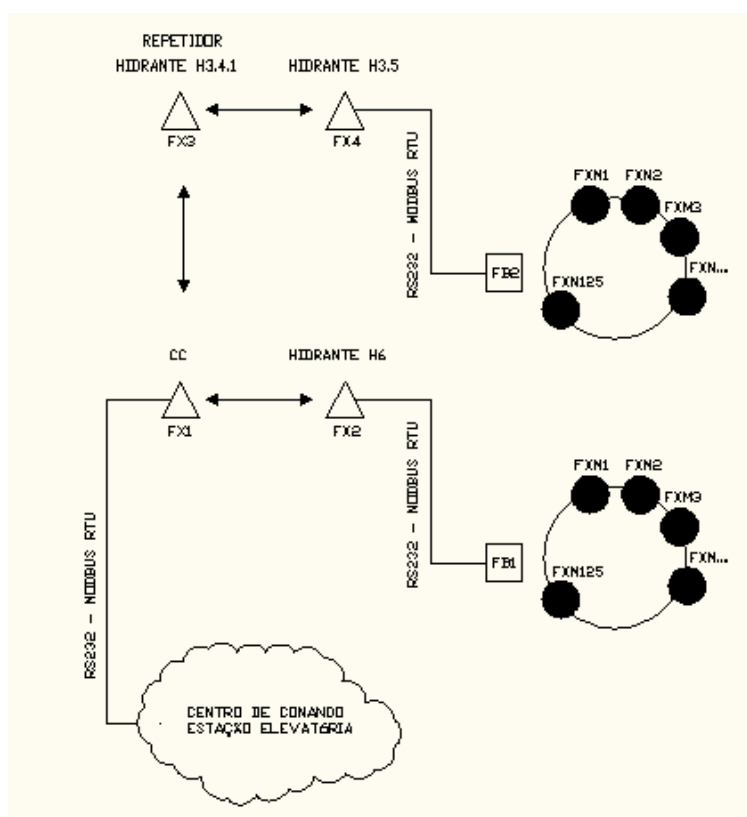


Figura 49 - Exemplo de um diagrama de rede

Onde a denominação FX, representa as unidades repetidoras. A denominação FB, representa as UC's e a denominação FXN representa as UTR's.

Numa segunda fase, indico as características técnicas dos elementos da rede, nomeadamente, localização exata da implantação, altura das antenas, e características dos equipamentos rádio (ganhos, atenuações e potências radiadas).

Complemento toda a informação acima com o mapa de cobertura de rede assim como um mapa resumos das ligações entre as unidades concentradoras e as UTR's.

Por fim, é necessário confirmar que todos os elementos activos da rede dispõem de inibição em caso de canal ocupado e de temporização do sistema emissor, com limite máximo de um minuto e um período de recuperação superior a dez segundos.

### 7.1.4.3 Caracterização das ligações ponto a ponto e estações base

Neste ponto é necessário efetuar uma descrição pormenorizada de todas as ligações ponto a ponto que irão ser implementadas na rede.

Esta descrição é composta por os seguintes itens:

- Indicação da distância entre as estações;
- Cálculo da atenuação em espaço livre;
- Por estação de emissão e recepção (FX):
- Altitude de cada estação;
- Distâncias ao primeiro obstáculo;
- Atenuação do primeiro obstáculo;
- Ganho da antena;
- Indicação do cabo utilizado, com a indicação da atenuação à frequência de trabalho;
- Cálculo da atenuação total;
- Potência mínima à saída do emissor;
- Frequência de trabalho;
- Sensibilidade;

Para unidades concentradoras, estações base FB, é necessário indicar os dados de caracterização da estação e em complemento efetuar os perfis radiais de trinta em trinta graus até sessenta quilómetros da estação base. A Figura 50 ilustra um perfil radial a trinta graus de uma estação FB.

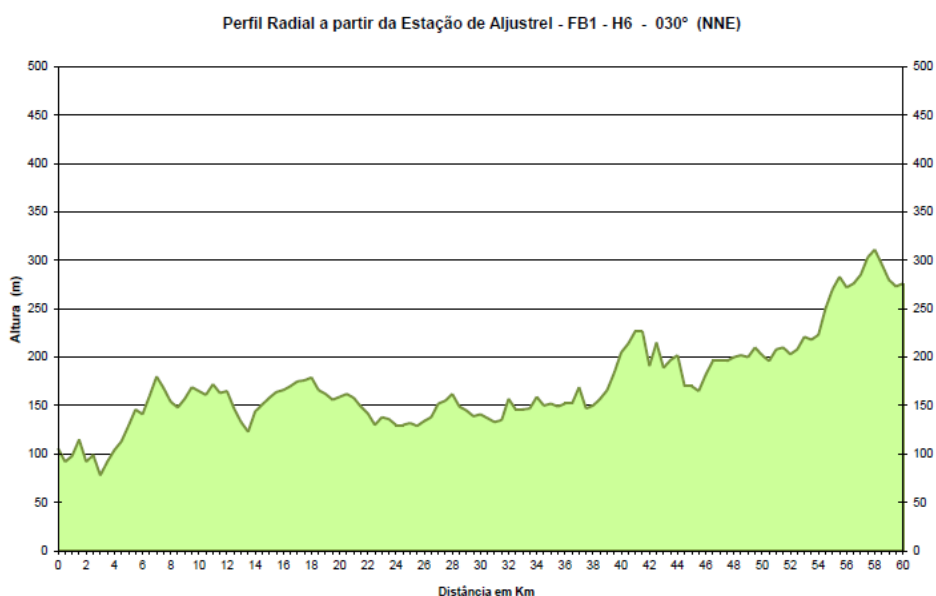


Figura 50 - Exemplo de um perfil radial

#### 7.1.4.4 Configuração, instalação e ensaios da Rede de “Serviço Móvel Terrestre”

Após a aprovação do projeto da rede de “Serviço Móvel Terrestre” e a indicação das frequências, a utilizar nas unidades de repetição, nas unidades concentradoras e nas UTR’s, dou início à fase de configuração dos equipamentos a instalar na rede.

A configuração dos equipamentos rádio é efectuada através de um conjunto de aplicações informáticas desenvolvidas pelo fabricante dos equipamentos.

Resumidamente a configuração dos equipamentos consistem em:

- Unidades UTR :
- Endereço interno e endereço de rede, para que a unidade concentradora consiga distinguir as UTR’s entre si;
- Frequência de rede / Estação Base indicada pela ANACOM;
- Número de bocas de rega associadas e “peso” dos emissores de impulso (cem litros, um metro cubico ou dez metros cúbicos);
- Caso haja sensores analógicos associados, configurar as gamas de operações e tempos de amostragem.
- Unidades concentradoras:
- Endereço de rede, para que a unidade concentradora detecte quais as UTR’s que lhe estão atribuídas;
- Frequência de rede / Estação Base indicada pela ANACOM;
- Configuração do porto serial para comunicação com as unidades rádio e/ou centro de controlo.
- Unidades radio *modem* (ligações ponto a ponto)
- Frequência do *link* indicada pela ANACOM;
- Configuração do porto rádio (taxa de transmissão);
- Configuração do porto serial (taxa de transmissão).

Caso as unidades concentradoras e/ou as unidades repetidoras necessitem de estarem implantadas numa localização sem energia elétrica, há a necessidade de dimensionar um sistema fotovoltaico.

Por norma dimensiono os sistemas fotovoltaicos com base nas seguintes premissas:

- Instalação nos mastros das antenas, localizados sempre acima dos cinco metros de altura, para evitar os atos de vandalismo;
- Margem de 20% acima dos consumos médios indicados pelos fabricantes dos equipamentos;
- Autonomia de dois dias sem sol.

Para efetuar o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos utilizo uma folha de cálculo, Tabela 8, para calcular o número de painéis solares e o número de baterias a instalar para alimentar cada estação base.

Tabela 8 - Folha de cálculo do sistema fotovoltaico

<b>Etapa 1 - Cálculo de energia a consumir por dia</b>		
Potência média consumida	18,750	(W)
Factor de correção K (perdas da instalação)	0,95	
Energia a ser produzida por dia	473,68	(Wh/dia)
<b>Etapa 2 - Cálculo da potência que deverá ser produzida</b>		
Radiação solar diária de referência	24,00	(kWh/m <sup>2</sup> .dia)
Radiação solar diária local	4,73	(kWh/m <sup>2</sup> .dia)
Potência de pico	100,14	(Wp)
<b>Etapa 3 - Cálculo e dimensionamento das baterias</b>		
Energia a ser consumida por dia	450,00	(Wh/dia)
n.º de dias de autonomia	2	(dias)
% de descarga máxima da bateria	80,00	(%)
Voltagem da bateria	24,00	(V)
Capacidade da bateria	46,88	(Ah)

É necessário introduzir o somatório das potências de todos os equipamentos rádio a alimentar assim como os coeficientes de perdas e radiação solar.

Com base nos dados introduzidos, cálculo a potência de pico que os painéis fotovoltaicos deverão fornecer e a capacidade das baterias para garantir uma autonomia de dois dias sem sol.

Após a configuração e definição de todos os equipamentos, segue-se a fase de instalação e ensaios dos equipamentos.

Os ensaios dos equipamentos consiste em verificar se estão cumpridas todas as funcionalidades e parâmetros do projecto inicial, isto é:

- As unidades concentradoras comunicam com o centro de controlo;
- As unidades concentradoras comunicam com todas as unidades UTR's;
- As UTR's recebem todos os sinais de campo, nomeadamente: contagens e pressão e comandam os solenoides.

No decorrer dos ensaios, tenho verificado que o modelo de propagação *Longley-Rice* é adequado pois os níveis de sinal esperado são coincidentes com os obtidos em cada localização, falhando somente quando há hidrantes que estão localizados em zonas de declive acentuado ou junto a habitações. Nestes casos a solução que tenho adoptado é a substituição do mastro da antena, passando de três metros para seis ou nove metros.



A Figura 51 é composta por quadro imagens que pretendem ilustrar o “conceito” de uma unidade concentradora. Na primeira imagem visualizamos um mastro com duas antenas, a antena omnidireccional para a comunicação com as UTR’s e uma antena directiva para a comunicação com o centro de controlo.

Na segunda imagem visualizamos outra unidade concentradora com um sistema fotovoltaico.

Na terceira imagem a instalação da antena directiva, tipo YAGUI. Na última imagem, o armário que alberga os equipamentos de comunicação, as baterias e o inversor do sistema fotovoltaico.



**Figura 51 – Instalação de unidades concentradoras**

Na Figura 52, visualizamos algumas das operações que efectuamos nos hidrantes/Bocas de rega e nas unidades UTR, nomeadamente a sua automatização do hidrante e configuração da unidade UTR.



Figura 52 – Automatização de hidrantes

## **7.2 Concepção de um projecto de “monocabo”**

O desenvolvido de um projecto de telegestão, de redes de rega em aproveitamentos hidroagrícolas, de tipologia Monocabo desenvolve-se em três fases, poderão ser classificadas como: recolha de dados, cálculos dos comprimentos máximos dos ramais e ensaios de campo.

### **7.2.1 Localização dos pontos de implantação dos hidrantes**

Este tipo de projectos inicia-se com a análise dos desenhos de implantação da rede de rega e localização de pontos chaves, nomeadamente, a localização dos hidrantes e do centro de controlo.

Estes desenhos de implantação são, por norma, disponibilizados em formato “*dwg*” e todos os pontos estão referenciados no sistema de coordenadas retangulares (meridiano, paralelo).

A primeira tarefa a efetuar é a identificação da localização de todos os pontos para que seja possível avaliar o comprimento dos troços de cabo e o número de UTR’s alocada a cada ramal.

Após a identificação dos pontos, em coordenadas retangulares, é necessário efetuar a sua conversão para o sistema de localização geográfica baseado em graus, minutos e segundos (WGS84).

Há semelhança dos projectos rádio, utilizo a aplicação informática disponibilizada pelo “Centro de Informação Geoespacial do Exército Português” para efectuar a transformação das coordenadas.

### **7.2.2 Definição dos dados de projecto**

Nesta fase, é essencial que estejam definidas as premissas do projeto assim como as características dos equipamentos que iremos utilizar.

Estes projectos possuem, normalmente, as seguintes premissas:

- Unidades concentradoras;
- Localizadas em abrigos com energia eléctrica;
- Origem do ramal monocabo;
- Ramal monocabo
- Comprimento de cada ramal;

- Número de UTR's por troço;
- Tipo de cabo preconizado;
- Centro de controlo
- Comunicação com todas as unidades concentradoras.

A Hubel Industria da Água, é parceira e distribuidora de equipamentos monocabo da marca “*Sistemas Electrónicos Progres*”, deste modo, todos os projectos monocabo são efectuados tendo em considerações as características desses equipamentos.

Deste modo, utilizamos equipamentos monocabo que possuem as características enumeradas na Tabela 9:

**Tabela 9 - Características dos equipamentos monocabo**

<b>Equipamentos activos</b>				
	<b>Índice protecção</b>	<b>Alimentação</b>	<b>Potência</b>	<b>Alcance Máximo</b>
<b>UTR</b>	IP 68	24 VDC	0.1W	-----
<b>UC</b>	IP 20	24 VDC	7.5 W	10 Km

<b>Velocidade de Transmissão:</b>	600, 1200, 2400, 4800 bps
<b>Freq. Portadora:</b>	60, 66, 72, 76, 82.05, 86, 100, 132.5 K Hz
<b>Modulação:</b>	FSK – Half Duplex

<b>Equipamentos passivos - Cabos</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Secção</b>	<b>Tensão de isolamento</b>	<b>Capacidade Mutua</b>
RVMV-K	1.5 ou 2.5 mm <sup>2</sup>	500V	Menor 80 nF/Km

### 7.2.3 Configuração e Ensaio

Após a definição e configuração de todos os equipamentos, segue-se a fase de instalação e ensaios da rede de rega.

Os ensaios dos equipamentos consiste em verificar se estão cumpridas todas as funcionalidades e parâmetros do projecto inicial, isto é:

- Se os troços monocabo estão correctamente instalados;
- Se unidades concentradoras comunicam com o centro de controlo e com todas as UTR's;
- Se as UTR's recebem todos os sinais de campo, nomeadamente: contagens e pressão e comandam os solenoides;

No decorrer da execução dos projectos monocabo verifiquei que os ensaios dos troços monocabo são uma tarefa de extrema importância para garantir o bom funcionamento



do sistema, pois basta que um dos troços esteja em curto-circuito ou com uma deficiência de isolamento para comprometer o funcionamento de todo o ramal.

Assim sendo, implementei um procedimento de ensaios que requer que todos os troços sejam testados, na seguinte ordem:

- Antes do tapamento das valas, verifica-se a continuidade do cabo, deste modo garante-se que o cabo está estendido entre os pontos projectados (origem e fim) e não possui interrupções ao longo do troço.
- Depois do tapamento das valas, verifica-se a resistência de isolamento, entre os dois condutores e entre cada condutor e a armadura metálica. Com estes ensaios detectamos esmagamentos do cabo ou falhas de isolamento provocadas aquando do enchimento e compactação das valas.

Os ensaios para a medição da resistência de isolamento são efectuados com o auxílio de um megaohmímetro, Figura 53, configurado para uma tensão de ensaio de 500 VDC. Os valores de resistência de isolamento aceitáveis são superiores a 500M $\Omega$ .



**Figura 53 - Equipamento de medida da resistência de isolamento. Instalação do monocabo em vala.**

Estas anomalias têm ocorrido porque o cabo é instalado junto das condutas de água da rede de rega, o que implica que o cabo esteja sujeito a fenómenos de esmagamento aquando da instalação das condutas, no enchimento das valas e compactação dos terrenos.

A Figura 54 é composta por quatro imagens, que pretendem ilustrar a automatização de hidrantes e bocas de rega. Podemos também visualizar a composição de e uma caixa de comando com uma UTR.



**Figura 54 – Automatização de hidrantes**

## **7.3 Comparação de sistemas**

Como é evidente todos os sistemas possuem vantagens e desvantagens, porém como ambos os sistemas se propõem ao mesmo objectivo final é legítimo efectuar comparações a vários níveis.

### **7.3.1.1 *Concepção do Projecto***

Em termos de concepção do projecto de implantação, o sistema rádio é mais complexo, pois carece de análises detalhadas de cobertura rádio, definição da localização das antenas para as unidades concentradoras e execução de um processo de licenciamento de frequências (caso não se opte por frequências isentas de licenciamento)

O sistema monocabo, possui um projecto de rede mais facilitado, pois o traçado dos troços acompanha o traçado das condutas. É somente necessário definir a localização das unidades concentradoras no início de cada ramal.

### **7.3.1.2 *Instalação dos equipamentos***

O processo de automatização das bocas de rega é semelhante em ambas as tipologias, logo a complexidade e dificuldade da instalação das UTR's é idêntica.

A instalação das unidades concentradoras é mais complexa no sistema via rádio, pois carece da implantação de um mastro com a execução de maciços em betão armado, por norma maciços de 1.5 m<sup>3</sup>, e implica a instalação de um sistema fotovoltaico para a alimentação dos equipamentos rádio.

A instalação das unidades concentradoras monocabo, é efectuada em abrigos, por norma aproveitam-se estruturas já existentes que albergam equipamentos hidráulicos, nomeadamente: câmara de válvulas, estações de filtração ou estações elevatórias. Estas localizações estão sempre dotadas de energia eléctrica a partir de uma baixada eléctrica.

As unidades concentradoras do sistema monocabo carecem de uma instalação mais facilitada que as unidades concentradoras do sistema rádio.

O sistema monocabo necessita que sejam instalados vários quilómetros de cabo bifilar para construir a rede monocabo, de modo a interligar todas as bocas de rega. Em oposição a rede rádio fica automaticamente instalada com a colocação em funcionamento das unidades concentradoras e unidades repetidoras.



### **7.3.1.3 Configuração**

A configuração dos equipamentos é idêntica em ambas as tecnologias, sendo que ambas obedecem a um planeamento prévio para definir a programação de cada unidade concentradora e cada UTR, pois as UTR's têm que possuir um endereço único na rede.

### **7.3.1.4 Ensaios**

Os ensaios da rede de rádio são relativamente rápidos de executar, em média uma equipa efectua o ensaio de vinte a vinte e cinco UTR's por dia, pois todos os equipamentos são independentes entre si, o que facilita a análise de erros e substituição de equipamentos em erro ou avariados.

Os ensaios de uma rede monocabo são mais morosos, em média uma equipa efectua o ensaio de oito a dez UTR's por dia, pois há que ensaiar e validar todos os troços da rede monocabo e a correcta comunicação de todas as UTR's. Caso haja um troço em avaria, temos que dividir a rede em pequenos troços até identificar o cabo danificado ou a UTR em erro, o que acarreta um enorme dispêndio de tempo e recursos humanos.

### **7.3.1.5 Custos de exploração**

Os custos de exploração são idênticos em ambas as tipologias de projecto, caso se opte por utilização de frequências isentas de licenciamento.

No sistema rádio é necessário substituir, por norma de três em três anos, as pilhas de lítio das unidades UTR e efectuar manutenção preventiva aos dos sistemas fotovoltaicos.

O sistema monocabo, não possui consumíveis, porém sempre que haja uma interrupção de um troço, será necessário abrir uma vala para desenterrar o monocabo, o que implica custos elevados em maquinaria e recursos humanos.

Caso as frequências careçam de licenciamento, há que pagar uma taxa anual de utilização à ANACOM, o que onera os custos de exploração.

A Tabela 10, ilustra as taxas aplicadas pela ANACOM em vigor à data de Dezembro de 2015.

**Tabela 10 - Taxas de licenciamento de frequências  
Taxas Anuais**

Escalão Móveis		Área Geográfica			
		Até 10 móveis	11 - 35 móveis	> 35 móveis	
Célula 15 km	Simplex	50,00 €	100,00 €	200,00 €	Só faixa dos 440 - 450 MHz (ou Ilhas)
	Duplex	100,00 €	200,00 €	400,00 €	Só possível nas Ilhas
Célula 30 km	Simplex	125,00 €	250,00 €	500,00 €	Utilizável em todas as faixas
	Duplex	250,00 €	500,00 €	1.000,00 €	Utilizável apenas para UHF
Célula 60 km	Simplex	250,00 €	500,00 €	1.000,00 €	Não utilizável em redes permanentes
	Duplex	500,00 €	1.000,00 €	2.000,00 €	Utilizável nas Faixas de VHF
Nível Nacional	Simplex	750,00 €	1.500,00 €	3.000,00 €	3.750,00 €
	Duplex	1.500,00 €	3.000,00 €	6.000,00 €	7.500,00 €
					<b>Exclusivo</b>

### 7.3.1.6 Conclusão

Em primeiro lugar, considero que ambas as tecnologias são robustas e fiáveis e executam na plenitude as funções requeridas para as telegestões das redes de rega de aproveitamentos hidroagrícolas.

Contudo, com base no exposto nos itens acima, considero que o sistema rádio acarreta um grau de dificuldade acrescido aquando da sua concepção quando comparado com o sistema monocabo, porém a instalação da rede como um todo, é mais simples de efectuar, de ensaiar e operar.

Esta simplicidade advém do facto que o funcionamento de cada UTR é independente entre si, logo é extremamente fácil detectar avarias e substituir equipamentos.

Será também de realçar que o sistema rádio é mais fácil de ampliar em termos de novas UTR's, pois implica somente a configuração de uma nova UTR. No sistema monocabo

as ampliações implica a criação de um novo troço monocabo, com todos os trabalhos que daí advêm.

#### **7.4 LPWAN - Aplicação em Aproveitamentos Hidroagrícolas**

O conceito das *IoT* também é aplicável na telegestão de redes de rega em aproveitamentos hidroagrícolas e implicará evoluções ao nível da telegestão e serviços agregados que uma entidade pode disponibilizar aos seus clientes, neste caso os regantes.

Os regantes poderão partilhar equipamentos, por exemplo: estações meteorológicas, estações de medição da qualidade da água, pressão nas condutas, etc., recebendo os dados em tempo real de modo a tornar mais “inteligente” a sua agricultura.

Prevejo que num futuro muito próximo, a automatização das bocas de rega seja efectuada por vários sensores e dispositivos, que no seu conjunto irão desempenhar as mesmas funções que agora desempenha uma UTR, com a vantagem de serem modulares e independentes entre si, partilhando a mesma rede de comunicação.

A implementação de uma rede LPWAN é em tudo semelhante à implementação de uma rede rádio tradicional, pois estas redes operam com o conceito de uma unidade concentradora e vários equipamentos terminais, tipologia em estrela. O que irá variar serão as potências de emissão, na ordem dos 25 mW e as sensibilidades dos equipamentos, na ordem dos -130 dBm.

## **8 Conclusão**

Numa análise retrospectiva verifico que os conhecimentos que adquiri ao longo do meu percurso académico académica foram fortes alicerces que sustentaram, e sustentam, o trabalho que desenvolvo em todas as actividades de engenharia que desempenho no meu quotidiano profissional.

Ao longo deste relatório tentei efectuar uma descrição pormenorizada de um tipo de projectos em que tenho participa

do activamente desde o seu projecto de concepção, instalação e acompanhamento do seu funcionamento.

A telegestão de redes de rega em aproveitamentos hidroagrícolas, são projectos abrangentes e multidisciplinares que carecem de conhecimentos de engenharia de várias áreas de conhecimento, nomeadamente electricidade, hidráulica, informática, automação e telecomunicações.

No decorrer deste relatório dei maior enfoque às telecomunicações pois são a minha área de especialização e são uma componente essencial para a realização destes projectos de telegestão, porém às telecomunicações é necessário conjugar competências em outras áreas de engenharia o tenho feito ao longo do meu percurso profissional através de formações específicas e cursos universitários como é o caso do bacharelado em “Sistemas de Energia e Controlo”.

Todo este saber acumulado, deixa-me confortável para abarcar os novos desafios e acompanhar as evoluções tecnologias em curso como é o caso, por exemplo, da IoT e das redes LPWAN.

## 9 Bibliografia

- [1] <http://www.hubel.pt>, [Acedido: 10-05-2016]
- [2] “A Comprehensive Look At Low Power, Wide Area Networks”, © 2015 Link Labs, [Online] Disponível em <http://cdn2.hubspot.net/hubfs/427771/LPWAN-Brochure-Interactive.pdf>. [Acedido: 20-05-2016]
- [3] “Low-powered wireless solutions have the potential to increase the M2M market by over 3 billion connections”, September 2014, Tom Rebbeck, Michele Mackenzie and Nuno Afonso. [Online] Disponível em <http://iotbusinessnews.com/download/white-papers/ANALYSIS-MASON-LPWA-to-increase-M2M-market.pdf> [Acedido: 20-05-2016]
- [4] <http://www.adeunis-rf.com> [Acedido: 15-05-2016]
- [5] [https://github.com/Lora-net/LoRaMac-node/blob/master/Doc/iM880A\\_Datasheet.pdf](https://github.com/Lora-net/LoRaMac-node/blob/master/Doc/iM880A_Datasheet.pdf) [Acedido: 25-07-2016]
- [6] <http://www.farell-i.com>, [Acedido: 10-05-2016]
- [7] <http://www.progres.es>, [Acedido: 10-05-2016]
- [8] <http://www.cablesrct.com/fr/produits/gamme-de-fabrication-par-tension/instrumentation-et-controle/rvkv-k-0-6-1kv>, [Acedido: 15-05-2016]
- [9] <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1327353#.V4JW9Y-cGbw> , [Acedido: 15-05-2016]
- [10] <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/us?uri=pxc-oc-itemdetail:pid=2988544>, [Acedido: 05-07-2016]
- [11] <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=302495#.V4JZGY-cGbw>, [Acedido: 05-06-2016]
- [12] <http://www.igeoe.pt/coordenadas/>, [Acedido: 05-06-2016]
- [13] <https://www.google.com/earth/>, [Acedido: 05-06-2016]
- [14] <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>, [Acedido: 07-06-2016]
- [15] “A Guide to the Use of the ITS Irregular Terrain Model in the Area Prediction Mode”, April 1982, U.S Department of Commerce. Bernard J. Wundler, Jr [Online] Disponível em [https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia\\_82-100\\_20121129145031\\_555510.pdf](https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_82-100_20121129145031_555510.pdf), [Acedido: 15-05-2016]
- [16] <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM>, [Acedido: 15-05-2016]
- [17] “Recommendation ITU-R P.453-9, The radio refractive index”, 2003, ITUR-T. [Online] Disponível em [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.453-9-200304-S!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.453-9-200304-S!!PDF-E.pdf) [Acedido: 15-05-2016]
- [18] “Recommendation ITU-R P.832-2, World Atlas of Ground Conductivities”, 1999, ITUR-T. [Online] Disponível em [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.832-2-199907-S!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.832-2-199907-S!!PDF-E.pdf) [Acedido: 15-05-2016]

## **ANEXOS - FORMAÇÕES**

11100

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**  
**SERVIÇOS ACADÉMICOS**

JULIETA DO NASCIMENTO MATEUS, Directora dos Serviços Académicos da Universidade do Algarve ----- :

Certifico que ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO ----- ;  
natural de Alcoutim----- ;  
filho de Eduardo António Cavaco e de Fernanda Pereira Martins Corvo Cavaco----- ;  
no dia quinze do mês de Dezembro do ano de mil novecentos e noventa e nove ----- ;  
concluiu o 1.º ciclo do curso bietápico em Engenharia Eléctrica e Electrónica -  
- Opção Tecnologias de Informação e Telecomunicações, pelo que lhe é conferido o  
grau de Bacharel em Engenharia Eléctrica e Electrónica – Opção Tecnologias de  
Informação e Telecomunicações----- ;  
com a informação final de catorze (14) valores ----- ;  
qualificação de Bom----- .

O interessado já requereu o respectivo diploma----- .

A presente certidão vai autenticada com o selo branco desta Universidade----- .

Faro, em 8 de Fevereiro de 2000.

A Directora dos Serviços



( Julieta Mateus )

Em. Certidão: 1700\$00

Em. Urgência: -----\$--

Total ----- 1700\$00

Conferido:

MJM/ 



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
SERVIÇOS ACADÉMICOS

11100

JULIETA DO NASCIMENTO MATEUS, Directora dos Serviços Académicos  
da Universidade do Algarve ----- :

Certifico que ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO-----;  
natural de Alcoutim -----;  
filho de Eduardo António Cavaco e de Fernanda Pereira Martins Corvo Cavaco -----;  
no dia quinze do mês de Dezembro do ano dois mil e um -----;  
concluiu o 2.º ciclo do curso bietápico em Engenharia Eléctrica e Electrónica - Ramo  
Tecnologias de Informação e Telecomunicações, pelo que lhe é conferido o grau de  
Licenciado em Engenharia Eléctrica e Electrónica – Ramo Tecnologias de Informação e  
Telecomunicações-----;  
com a informação final de catorze (14) valores-----;  
qualificação de Bom -----.

O interessado já requereu o respectivo diploma -----.

A presente certidão vai autenticada com o selo branco desta Universidade -----.

Faro, em 18 de Janeiro de 2002.

A Directora dos Serviços

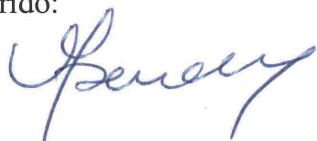


( Julieta Mateus )

Em. Certidão: 9.48 €

Conferido:

MJM/



UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
SERVIÇOS ACADÉMICOS

11700  
05-ver  
PL

JULIETA DO NASCIMENTO MATEUS, Directora dos Serviços Académicos da Universidade do Algarve, certifica, em face dos respectivos registos existentes nesta Universidade, que: -----

**ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO**, natural de Alcoutim, filho de Eduardo António Cavaco e de Fernanda Pereira Martins Corvo Cavaco, portador do Bilhete de Identidade n.º 10976788, emitido pelo Arquivo de Identificação de Lisboa ----- .  
Concluiu no dia 2 de Julho de 2005, na Escola Superior de Tecnologia desta Universidade, o 1.º ciclo do curso bietápico em Engenharia Eléctrica e Electrónica - Opção Sistemas de Energia e Controlo, pelo que lhe é conferido o grau de Bacharel em Engenharia Eléctrica e Electrónica - Opção Sistemas de Energia e Controlo, com a informação final de catorze (14) valores, qualificação de Bom ----- .

O interessado já requereu o respectivo diploma ----- .

A presente certidão vai autenticada com o selo branco desta Universidade ----- .

Faro, 19 de Agosto de 2005.

P'A Directora dos Serviços

( Julieta Mateus )


Susana Pedro

Susana Pedro  
Téc. Sup.

Em. Certidão: 11.00 €

Conferido:

MJM/





Ministério da Economia e da Inovação  
Direcção-Geral de Geologia e Energia

15.NOV2006 013627

EXM<sup>o</sup>. SENHOR(A)  
ENG.<sup>o</sup> T<sup>ec</sup>. ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO  
QUINTA DO REPOUSO, BLOCO 5 - APART. 26  
8700-179 OLHÃO

Sua referência:

Sua comunicação:

Nossa referência:

DAT

ASSUNTO: Inscrição como projectista de redes de gás, em conformidade com o Decreto-Lei n.º 263/89, de 17 de Agosto.

Em referência ao requerimento de V. Ex<sup>a</sup>., comunico que foi conferida a licença de projectista de redes de gás n.º 9510 a qual se junta em anexo, válida por cinco anos conforme disposto na Portaria n.º 162/90, de 28 de Fevereiro.

Envia-se, também, o recibo relativo ao pagamento do imposto de selo.

Com os melhores cumprimentos.

O Chefe de Divisão

Henrique Santos

Anexo: o mencionado

RM/MD



003116 '06MAY16

Ministério da Economia  
e da Inovação -  
Direcção Regional da Economia do Algarve

Ex.mo(a) Senhor(a)  
ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO  
QUINTA DO REPOUSO - APARTAMENTO 26, BLOCO 5

QUELFES  
8700271 OLHÃO

SUA REFERÊNCIA	SUA COMUNICAÇÃO	NOSSA REFERÊNCIA	FARO
		N.º Téc. 48571	
		Cat. Prof. 2	

**ASSUNTO: Inscrição provisória como Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular**

Em cumprimento com o disposto no n.º 1 do art.º 10 do Estatuto do Técnico Responsável por Instalações Eléctricas de Serviço Particular, aprovado pelo D.Reg. n.º 31/83, de 18 de Abril, informo que, por despacho de 10-05-2006 foi aceite, por esta Direcção Regional, a inscrição de V. Ex.ª como técnico responsável por instalações eléctricas de serviço particular, nos domínios e níveis que a seguir se indicam:

Projecto (Nível 2); Exploração (Nível 1); Execução (Nível 1) .\*\*\*\*\*

À inscrição corresponde no registo destes Serviços o n.º: **48571**

Nos termos do citado despacho e considerando as disposições do Dec. Reg. acima mencionado a inscrição foi aceite nas condições seguintes:

- A título provisório, com validade pelo prazo de dois anos, findo o qual caducará se não for requerida a inscrição definitiva ou a sua prorrogação por mais um período de dois anos;
- Confere ao técnico responsável as mesmas regalias que a inscrição definitiva;
- Não abrange as responsabilidades a que se referem o n.º 2 do artigo 4º e os números 5 e 6 do artigo 5º do já citado Estatuto.

Com os melhores cumprimentos,

O Director,

F. Mendonça Pinto





# ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA UAL

## ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

### CERTIFICADO

**Certifica-se que**

**Alfredo António Martins Cavaco**

**frequentou o curso**

**“Dispositivos Lógicos Programáveis”**

**Período : de 15 a 19 de Março de 1999**

**Duração: 10 horas**

**Docentes: Prof. Jesus Arriaga de Andoain e Miguel Rubio da Universidade Politécnica de Madrid**

**O Director da Área Departamental de Engenharia Electrotécnica**

**O Presidente do Conselho Directivo da Escola Superior de Tecnologia**

**(Carlos Manuel de Azevedo Marinho)**

**(Valentim Ribeiro de Almeida)**





UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CERTIFICADO

Certifica-se que

*Alfredo António Martins Cavaco*

frequentou a conferência :

“ Supervisão e Controlo Remoto de Emissores de Radiodifusão ”

Data : 06 de Maio de 2000

Conferencista: Prof. José Aleluia Martins

Organização: Clube de Electrónica

Área Departamental de Engenharia Electrotécnica

Local: Campus da Penha – Anfiteatro José Silvestre







UNIVERSIDADE DO ALGARVE  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**Certifica-se que**

*Alfredo António Martins Cavaco*

**frequentou o Seminário :**

**“ Sistemas de Cablagem Estruturada & Tecnologias de Informação ”**

**Data : 21 de Fevereiro de 2001**

**Empresa Convidada: Aviquipo de Portugal, L.da  
Representante da SIEMON**

**Organização: Área Departamental de Engenharia Electrotécnica**

**Local: Campus da Penha – Anfiteatro José Silvestre**







**ITG**

**Instituto Tecnológico do Gás**

(ENTIDADE DE UTILIDADE PÚBLICA)

## Diploma de Presença

ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO

*esteve presente* NO CURSO DE PROJECTISTA DE REDES DE GÁS,

*realizado em* UNIVERSIDADE DO ALGARVE,

*de* 2001 / 09 / 14 *a* 2001 / 09 / 29 *com Bom Aproveitamento*



I. T. G.

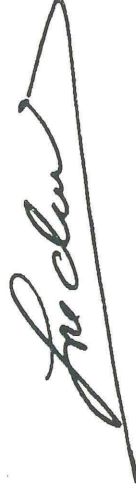
*Certificado*

**Certiel**

ASSOCIAÇÃO CERTIFICADORA DE INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

ALFREDO ANTÓNIO M. CAVACO \_\_\_\_\_ participou no Seminário  
de: "Instalações eléctricas colectivas de edifícios e entradas", pro-  
movido pela CERTIEL, em \_\_\_\_\_ FARO \_\_\_\_\_, no dia  
09 / 04 / 2002 \_\_\_\_\_.

O Presidente da Direcção



Lisboa, 9 de ABRIL de 2002





*Acção de Formação em Autómatos*

**A Gama TWIDO**

Certificamos que o Exmo. Sr.

***Alfredo António Martins Cavaco***

---

Assistiu à Acção de Formação em Autómatos

***A Gama TWIDO***

Realizada em 27 de Setembro de 2002

nas instalações

da *Rexel Albufeira*

O monitor

*Gonçalo P. L.*

Resp. Agência Lisboa

*Jos. Rodrigues*

**Schneider Electric Portugal**

Sede: Av. do Forte, 3, Edif. Suécia II piso 3A - cp 2028  
2799-519 Camaxide

Tel. 21 416 58 00 / Fax. 21 416 58 57

<http://www.schneider-electric.com>



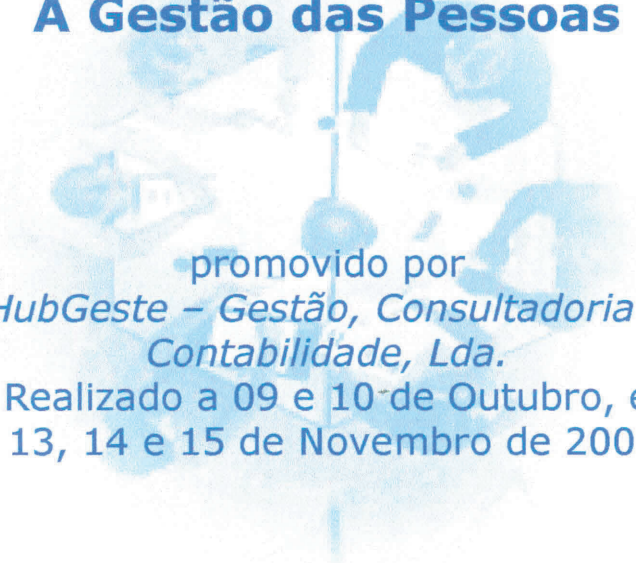
# CERTIFICADO

O CIDEC - Centro Interdisciplinar de Estudos Económicos certifica que

**Alfredo Cavaco**

concluiu com sucesso o seminário

## **A Gestão das Pessoas**



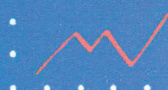
promovido por  
*HubGeste - Gestão, Consultadoria e Contabilidade, Lda.*

Realizado a 09 e 10 de Outubro, e  
13, 14 e 15 de Novembro de 2002.

O Presidente do CIDEC



Prof. João Ferreira de Sousa



**CIDEC**

CENTRO  
INTERDISCIPLINAR  
DE ESTUDOS ECONÓMICOS





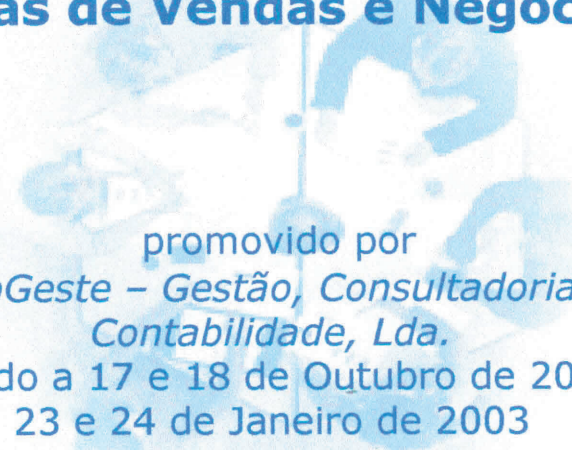
# CERTIFICADO

O CIDEC - Centro Interdisciplinar de Estudos Económicos certifica que

**Alfredo Cavaco**

concluiu com sucesso o seminário

## **Técnicas de Vendas e Negociação**

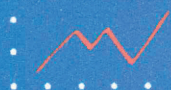


promovido por  
*HubGeste – Gestão, Consultadoria e Contabilidade, Lda.*  
realizado a 17 e 18 de Outubro de 2002, e  
23 e 24 de Janeiro de 2003

O Presidente do CIDEC



Prof. João Ferreira de Sousa



**CIDEC**

CENTRO  
INTERDISCIPLINAR  
DE ESTUDOS ECONÓMICOS

## CERTIFICADO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

(Decreto Lei n.º 95/92, de 23 de Maio e Decreto regulamentar n.º 68/94, de 26 de Novembro)

Certifica-se que *Alfredo António Martins Cavaco* nascido a *11 de Janeiro de 1977*, natural de *Alcoutim* portador do BI. N.º *10976788* emitido pelo Arquivo de Identificação de *Lisboa*, em *12 de Novembro de 1998*, concluiu com aproveitamento, o curso de Formação Profissional de

### FORMAÇÃO PEDAGÓGICA INICIAL DE FORMADORES

Acção Homologada pelo Certificado N.º *EDF37/2002/DG*

Duração da Acção: *92 horas*

Período de Realização: *01 de Outubro a 04 de Novembro de 2002*

Local: *Faro*

Classificação Final: *Bom*

Faro, 21 de Novembro de 2002

O Coordenador do Curso



**Form@lgarve**  
Formação & Recursos Humanos, Lda.  
(Carlos Mendonça)

Certificado n.º 002/2002





MINISTÉRIO DO TRABALHO E DA SOLIDARIEDADE



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL

# SNOP

SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL

## CERTIFICADO DE APTIDÃO PROFISSIONAL

(Decreto-Lei n.º 95/92, de 23 de Maio e Decreto-Regulamentar n.º 68/94, de 26 de Novembro)

Certifica-se que **ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO** nascido em 11-01-1977, natural de Pereiro - Alcoutim, portador do B.I. n.º 10976788 emitido pelo Arquivo de Identificação de Lisboa, em 12-11-1998, possui competências pedagógicas para exercer a profissão de **FORMADOR (M/F)**, conforme as que são definidas no respectivo perfil profissional.

Instituto do Emprego e Formação Profissional, entidade certificadora competente ao abrigo dos Decretos Regulamentares 66/94 de 18 de Novembro e 26/97 de 18 de Junho.

Faro, 28 de Março de 2003

A Delegada Regional

(Maria Júlia de Noronha e Ferreira)

Certificado n.º EDF 3748/2003 DG Válido até 28-03-2008

Nota : Onde se lê "Ministério do Trabalho e da Solidariedade" deve ler-se "Ministério da Segurança Social e do Trabalho" conforme o estipulado no n.º 2 do art.º 23.º do Dec-Lei n.º 120/2002 de 3 de Maio de 2002 que aprovou a lei orgânica do XV Governo Constitucional.





INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, IP

Entidade certificadora competente ao abrigo da Portaria n.º 214/2011, de 30 de maio

## Certificado de Competências Pedagógicas

Certifica-se que ALFREDO ANTÓNIO MARTINS CAVACO, nascido(a) em 11-01-1977, natural de Alcoutim, titular do bilhete de identidade, n.º 10976788, válido até 01-11-2017, possui competências pedagógicas para exercer a atividade de FORMADOR (M/F), conforme as que são definidas no respetivo perfil profissional.

A Diretora do Departamento de Formação Profissional

Ana Paula Filipe

Certificado n.º **EDF 3748/2003 DG**

Emitido em: **28-03-2003** | Impresso em **13-02-2015**

Validação digital de acordo com a Portaria n.º 214/2011, de 30 de maio

Pode ser consultado no portal <https://netforce.iefp.pt>



Este certificado produz efeitos desde a data de conclusão com aproveitamento do curso de formação pedagógica inicial de formadores ou da data de deferimento do pedido de equivalência.

## **I PROGRAMA DE ACTUALIZAÇÃO** **"A Organização Moderna: Sistemas e Processos"**

Certifica-se que **Alfredo António Martins Cavaco**


participou no I programa de Actualização sobre "**A Organização Moderna: Sistemas e Processos**" que se realizou no Parque Hubel no dia 9 de Fevereiro de 2006.

*O Formador*



(Carlos López Cano Vieira)  
(Docente da Universidade do Algarve)

*O Conselho Directiva*



(Ludgero dos Santos Sequeira)  
(Presidente)



# CERTIFICADO DE FREQUÊNCIA

DECRETO REGULAMENTAR Nº 35/2002 DE 23 DE ABRIL

ESTE CERTIFICADO É CONCEDIDO A

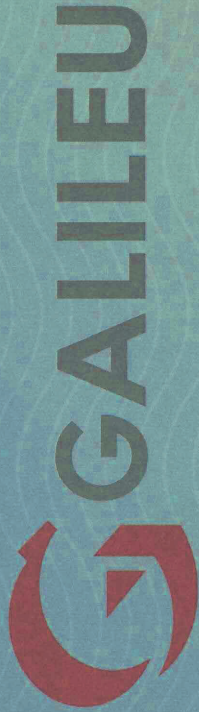
*Alfrega Antónia Martins Cauaca*

RELATIVO AO CURSO "GESTÃO DE PROJECTOS"  
REALIZADO NO GRUPO HUBEL NOS DIAS 03 E 04 DE  
NOVEMBRO DE 2008, COM A DURAÇÃO DE 16 HORAS.

PROF. DOUTOR ALBINO REIS  
DIRECTOR GERAL

ENG. JORGE OLIVEIRA  
MONITOR





# CERTIFICADO DE FREQUÊNCIA DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Ação: 1032 / Número de série: MORVIPQ6C168Y5B5

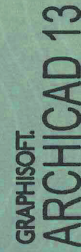
Certifica-se que o Senhor

**Alfredo António Martins Cavaco**

natural de Alcoutim, nascido a 11-01-1977, nacionalidade Portuguesa, sexo masculino  
frequentou de 14-05-2010 a 31-05-2010, com a duração total de 21:00 horas, o Curso de Formação Profissional

**AutoCAD Electrical 2010**

Lisboa, 31 de Maio de 2010



Learning Solutions



# CERTIFICAÇÃO DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

(Dec. Reg. Nº 35/2002 de 23 de Abril)

**COPROFFIS – Engenharia, Consultoria, e Formação, Lda**  
(Número de Identificação de pessoa colectiva 507588452)

Certifica-se que **Alfredo António Martins Cavaco**, natural de Alcoutim, nascido a 11/01/1977, nacionalidade Portuguesa, sexo *Masculino*, Portador do Número de Identificação nº 10976788, frequentou de 17/02/2011 a 24/02/2011, com a duração total de **50 horas**, o curso de Formação Profissional:

## **ITED A – Actualização ITED para Engenheiros** (Engenheiros com competências reconhecidas ANET /OE)

Faro, 3 de Março de 2011

Responsável pela Entidade Formadora



Eng. Orlando Lopes

Rua da Aménidade nº 11, B  
3000-071 Faro  
E-mail: coproffis@gmail.com  
Web: www.coproffis.com.pt

Certificado P071/2011

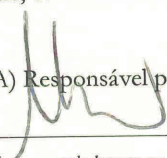
## Certificado de Formação Profissional

Certifica-se que Alfredo António Martins Cavaco natural de Alcoutim nascido em 11/01/1977, com o N.º de Identificação Civil 10976788 válido até 27/11/2012, concluiu com aproveitamento o curso de Formação Profissional de Primeiros Socorros, em 07/05/2011, com a duração de 12 horas.

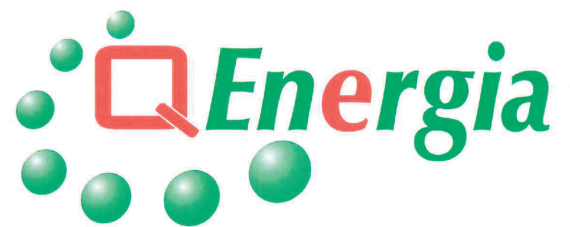
Unidades de Formação/Módulos/Outras Designações	Horas	Classificação ..
SIEM - Sistema Integrado de Emergência Médica	1	-
Exame da Vítima	2	-
Suporte Básico de Vida	2	-
Obstrução da Via Aérea	1	-
Socorros Essenciais e Socorros Secundários	3	-
Caixa de Primeiros Socorros	1	-
Emergências Médicas	2	-

Loulé, 07 de Maio de 2011

O(A) Responsável pelo(a) NERA - Associação Empresarial da Região do Algarve

  
\_\_\_\_\_  
(Assinatura e selo branco ou carimbo da entidade formadora)

Certificado n.º 3/2011 de acordo com o modelo publicado na Portaria n.º 474/2010



Certifica-se que **Alfredo António Martins Cavaco** participou no Ciclo de Seminários QEnergia 2011, sob os temas “Ferramentas da Medida Eléctrica” e “Protecção contra Descargas Atmosféricas - Redes de Terras”.

Este seminário decorreu no dia 19 de Maio de 2011 entre as 09h30 e as 18h00 no hotel Brisa Sol, Em Albufeira.

Albarraque, 31 de Maio de 2011

QEnergia

  
José Caçote, Director-Geral



Centro Empresarial S. Sebastião

R. de S. Sebastião, N.º 10, Albarraque  
2635-047 Rio de Mouro, Portugal

QENERGIA - SISTEMAS PARA QUALIDADE E GESTÃO DE ENERGIA, LDA.

Centro Empresarial S. Sebastião,  
R. de S. Sebastião, Lt.11, n.º 10, Albarraque  
2635-448 Rio de Mouro

Tel.: 214 309 320 • Fax: 214 309 299

qenergia@qenergia.pt • www.qenergia.pt



## Certificado de Formação Profissional

Certifica-se que Alfredo António Martins Cavaco natural de Alcoutim nascido em 11/01/1977, com o N.º de Identificação Civil 10976788 válido até 27/11/2012, concluiu com aproveitamento o curso de Formação Profissional de ITUR - Projecto e Instalação, para Engenheiros, em 20/10/2011, com a duração de 25 horas.

Unidades de Formação/Módulos/Outras Designações	Horas	Classificação 0..20
ITUR - Projecto e Instalação, para Engenheiros	25	-
Nota Final		12

, 07 de Novembro de 2011

O(A) Responsável pelo(a) Coproffis, Engenharia, Consultadoria e Formação, Lda.

*(Assinatura e selo branco ou carimbo da entidade formadora)*

E-mail: [coproffis@gmail.com](mailto:coproffis@gmail.com)

Web: [www.coproffis.web.pt](http://www.coproffis.web.pt)

Certificado n.º 19/2011 de acordo com o modelo publicado na Portaria n.º 474/2010

**SISTEMES ELECTRÒNICS  
PROGRES, S.A.**

otorga el presente

**DIPLOMA**

a **ALFREDO A. MARTINS CAVACO**

de la empresa **HUBEL INDÚSTRIA DA ÁGUA, S.A.**

por su asistencia, con aprovechamiento, al

**CURSO TEORICO-PRACTICO  
"PROGRES"**

en la modalidad de

**CONTROL RIEGO LOCALIZADO**

**BELLPUIG, 30 DE NOVIEMBRE 2011**

**Sistemes Electrònics PROGRES, S.A.**

pp

**Enric Segarra**  
Gerente



**Jaume Solsona**  
Dtor. Técnico





**GRUNDFOS**  
**FORMAÇÃO**

---

## **CERTIFICADO**

---

Bombas GRUNDFOS Portugal, S.A., certifica que **Alfredo Cavaco, da Empresa Hubel**, frequentou o curso de formação **Sistemas de Supressão de Incêndio** com a duração de 7 horas em 29 de Janeiro de 2013.

A Direcção

---

Bombas GRUNDFOS Portugal, S.A.  
Rua Calvet de Magalhães, 241  
2780-498 PAÇO DE ARCOS



**GRUNDFOS**  
**FORMAÇÃO**

## CERTIFICADO

Bombas GRUNDFOS Portugal, S.A., certifica que **Alfredo Cavaco, da Empresa Hubel**, frequentou o curso de formação **Eficiência Energética - Iniciação** com a duração de 7 horas em 26 de Fevereiro de 2013.

A Direcção

*Carla de Almeida*

Bombas GRUNDFOS Portugal, S.A.  
Rua Calvet de Magalhães, 241  
2780-498 PAÇO DE ARCOS



## Certificado de Formação Profissional

Certifica-se que Alfredo António Martins Cavaco natural de Alcoutim nascido em 11/01/1977, com o N.º de Identificação Civil 10976788 válido até 27/11/2012, concluiu com aproveitamento o curso de Formação Profissional de Microsoft Project, em 09/08/2013, com a duração de 30 horas.

Unidades de Formação/Módulos/Outras Designações	Horas	Classificação ..
Microsoft Project	30	-

Faro, 12 de Agosto de 2013

O(A) Responsável pelo(a) COMPETIR - Formação e Serviços, S.A. (Deleg. Faro)

Rua do Bocage nº 116



(Assinatura e selo branco ou carimbo da entidade formadora)



E-mail: [competir.faro@competir.com.pt](mailto:competir.faro@competir.com.pt)

N.I.P.C. 502.946.679

Certificado n.º 195/2013 de acordo com o modelo publicado na Portaria n.º 474/2010

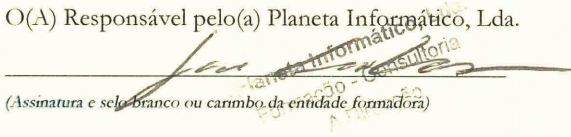
## Certificado de Formação Profissional

Certifica-se que Alfredo António Martins Cavaco natural de Faro nascido em 11/01/1977, com o N.º de Cartão de Cidadão 10976788 8ZZ4 válido até 06/11/2017, concluiu com aproveitamento o curso de Formação Profissional de Curso de Formação de Remoção de Fibrocimentos - Amianto, em 06/06/2015, com a duração de 8:00 horas.

Unidades de Formação/Módulos/Outras Designações	Horas (hh:mm)	Classificação 0..20
Remoção de Fibrocimentos - Amianto	8:00	20
Nota Final		20

Porto, 22 de Julho de 2015

O(A) Responsável pelo(a) Planeta Informático, Lda.

  
(Assinatura e selo branco ou carimbo da entidade formadora)

Certificado n.º 2590/2015 de acordo com o modelo publicado na Portaria n.º 474/2010

## CERTIFICADO DE PRESENÇA EM FORMAÇÃO HILTI

Certificamos que:

**ALFREDO CAVACO**

Assistiu a apresentação técnica formativa de curta duração, na área das estruturas de suporte de instalações, designada por:

### DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE SUPORTE DE INSTALAÇÕES

Foi efetuado no dia 18 de Setembro, das 16,00h às 18,00 h, com o seguinte plano curricular:

Unidade temática	Tempo
Campo de aplicações	5 min.
Ações	5 min.
Materiais	5 min.
Corrosão / Ambiente de instalação	10 min.
Tipos de estruturas	10 min.
Gama de produtos Hilti	25 min.
Demo de funcionamento do Hilti Profis Installation	30 min.
Abordagem a soluções de selagens corta fogo Hilti	30 min.

Obs.: O curso não prevê nenhum processo de avaliação

Leça do Balio, 21 de Setembro de 2015

  
Formador: Rui Gomes, Eng. Mec.,

CAP N.º EDF 17469/2000 DN

Hilti (Portugal) - Produtos e Serviços, Lda.  
Contribuinte n.º 502 926 848  
Rua da Lionesa, 446, Ed. C39  
Apartado 4085  
4485-871 Leça do Balio



**Hilti. Supera expectativas.**



## Certificado de Formação Profissional

Certifica-se que Alfredo António Martins Cavaco natural de Faro nascido em 11/01/1977, com o N.º de Cartão de Cidadão 10976788 8ZZ4 válido até 06/11/2017, concluiu com aproveitamento o curso de Formação Profissional de PNL e Comunicação Positiva, em 28/11/2015, com a duração de 24:00 horas.

Unidades de Formação/Módulos/Outras Designações	Horas (hh:mm)	Classificação
Comunicação Positiva	12:00	-
Programação Neurolinguística	12:00	-

Olhão, 03 de maio de 2016

O(A) Responsável pelo(A) Hubel Serviços Partilhados, Lda.

  
A Gerência  
(Assinatura e selo branco ou carimbo da entidade formadora)

Certificado n.º 17/2015 de acordo com o modelo publicado na Portaria n.º 474/2010