

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Desenvolvimento de Ferramentas SIG para a Gestão do
Empreendimento Hidroagrícola do Vale da Vilarça**

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

Carlos Manuel Queirós Pires

Orientador:

Professor Doutor José Tadeu Marques Aranha



Vila Real, 2018

Esta dissertação foi apresentada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, para obtenção de grau de Mestre no âmbito do Curso de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica. As doutrinas expostas são da exclusiva responsabilidade do autor.

Aos meus pais.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor José Aranha pela disponibilidade e ensinamentos transmitidos durante o desenvolvimento do trabalho.

A todos os Docentes do curso de mestrado pelos conhecimentos recebidos.

Ao Presidente da Direção da Associação de Beneficiários do Vale da Vilariça (ABVV), Fernando Brás, por todo o apoio recebido.

Ao "Programa Operacional da Região Norte - ON.2", "Eixo Prioritário 5 - Governação e Capacitação Institucional" do concurso abrangido pelo Aviso PCI - Desenvolvimento Regional/1/2010 que cofinanciou, através do Fundo Europeu do Desenvolvimento Regional da União Europeia, a Operação NORTE-07-0927-FEDER-000141, designada por "Definição e implementação da capacidade institucional para a gestão sustentável de aproveitamentos hidroagrícolas".

Aos colegas que participaram nos projetos "PO Norte - ON.2" e "ProDer", nomeadamente, Eng. Cristina Almeida (DRAPN), Eng. Pires Bernardes (DRAPN), Eng. João Oliveira (DRAPN) e Eng. José Lima (DRAPN).

À minha família pela dedicação e disponibilidade demonstrada.

A Deus, por tudo.

Resumo

Os investimentos na criação, reabilitação e modernização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH), devem ser acompanhados pela capacitação das entidades gestoras, no sentido de estas disporem de competências de gestão ao nível do uso racional e eficiente da água e da operacionalização de toda a infraestrutura de rega.

A adoção de ferramentas que integram os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) pelas entidades gestoras é fundamental para que estas possam gerir de forma eficiente e integrada as diferentes áreas de conhecimento associadas à gestão de um AH, uma vez que estas permitem criar projetos cuja informação está georreferenciada ou seja, todos os objetos possuem uma localização geográfica.

A evolução e crescente utilização da internet - *web* - nas últimas décadas, associada à evolução dos SIG, particularmente ao nível da interoperabilidade, potenciou o desenvolvimento de novas técnicas de aquisição, análise e partilha de informação geográfica e de serviços baseados na localização e cartografia *online* que culminou no surgimento dos *WebSIG*, de que o SIGAH - Sistema de Informação e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas - é exemplo.

O SIGAH é uma multiplicação na perspetiva em que permite uma aplicação para cada perímetro de rega ou AH. A aplicação foi desenvolvida tendo por base o AHVV - Aproveitamento Hidroagrícola do Vale da Vilariça, contudo permite a inclusão de novos perímetros de rega (aplicações) bem como a permanente atualização quer do sistema quer do número de aderentes.

No desenvolvimento de ferramentas de gestão com aplicação SIG para a gestão de AH, há que considerar a integração dos seguintes dados principais: eadfoclimáticos; cadastro rústico; cadastro das infraestruturas de captação, elevação e distribuição de água; características da água de rega; sistemas de rega implantados nas parcelas/subparcelas pelos beneficiários e dados agronómicos das culturas instaladas nas mesmas.

Palavras-chave: Vale da Vilariça, Sistemas de Informação Geográfica; Regadio; Aproveitamento Hidroagrícola; *WebSIG*.

Abstract

Creation, rehabilitation and modernization investments in irrigation perimeters must be provided with the training of management entities, to have management skills in the rational and efficient use of water and the operationalization of the entire infrastructure.

GIS (Geographic Information Systems) tools adoption by management entities is fundamental for the efficient and integrated management of the different areas of knowledge associated with the management of irrigation structures.

GIS evolution and expansion, particularly in terms of interoperability, has fostered the development of acquisition, analysis and sharing of geographic information new techniques and online location mapping services, that culminated in the WebSIG creation, of which SIGAH (Sistema de Informação e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas) is example.

The SIGAH is a multiplication because it allows an application for each irrigation perimeter. The application was developed based on the AHVV (Aproveitamento Hidroagrícola do Vale da Vilarça), however it allows an inclusion of new irrigation perimeters (applications).

In the development of management tools with GIS application for irrigation perimeters management, must be considered the main data integration of: soil; weather; rustic cadastre; distribution, elevation and storage water infrastructures cadastre; irrigation water characteristics; plots/subplots irrigation systems implanted by farmers and plots/subplots crops agronomic data.

Keywords: Geographic Information Systems; Irrigation; Irrigation Perimeters; WebSIG.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos e pertinência do estudo	4
1.3. Estrutura da dissertação.....	4
2. Resenha histórica.....	6
2.1. Apresentação do problema	6
2.2. Projeto PO Norte – ON.2	7
2.2.1. Fase I - Conceção e Desenvolvimento do Sistema Informação e Gestão com aplicação SIG	10
2.2.2. Fase II - Aquisição/recolha de dados e introdução no Sistema de Informação e Gestão com aplicação SIG	11
2.3. Projeto ProDer.....	13
3. Os SIG na gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas	15
3.1. Introdução.....	15
3.2. Informação Geográfica.....	16
3.3. Sistemas de Informação Geográfica.....	18
3.3.1. Definição	18
3.3.2. Componentes	18
3.3.3. Funcionalidades.....	18
3.3.4. Representação geométrica dos fenómenos geográficos	20
3.4. <i>WebSIG</i>	21
3.4.1. Arquiteturas <i>WebSIG</i>	23
3.5. Ferramentas para a gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas	28
3.5.1. Dados edafoclimáticos	29
3.5.2. Cadastro rústico e sua integração num SIG	34
3.5.3. Cadastro de infraestruturas de rega e sua integração num SIG	37
3.5.4. Dados agronómicos	41
3.5.5. Dados dos sistemas de rega	41
4. Caraterização da área de estudo	43
4.1. Localização.....	43
4.2. História.....	46
4.3. Infraestruturas.....	47
5. Material e Métodos.....	61

5.1. Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema.....	61
5.2. Ortocartografia	65
5.2.1. Levantamento aerofotogramétrico	66
5.2.2. Apoio fotogramétrico	68
5.2.3. Triangulação aérea	69
5.2.4. Estereorestituição, Modelo Numérico Altimétrico e Ortorectificação	70
5.3. Cadastro.....	71
5.3.1. Cadastro rústico.....	71
5.3.2. Cadastro de infraestruturas.....	81
5.4. SIGAH.....	86
5.5. Sistema de telegestão	88
6. Apresentação e discussão dos resultados	96
6.1. Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema.....	96
6.2. Ortocartografia	96
6.3. Cadastro.....	98
6.3.1. Cadastro rústico.....	98
6.3.2. Cadastro de infraestruturas.....	104
6.4. SIGAH.....	105
6.4.1. Arquitetura	105
6.4.2. Características gerais.....	109
6.5. Sistema de telegestão	111
6.5.1. Componentes principais da telegestão	111
6.5.1.1. Rede de comunicações	111
6.5.1.2. Centro de Controlo	112
6.5.1.3. Unidades Concentradoras.....	115
6.5.1.4. Unidades Repetidoras.....	115
6.5.1.5. Unidades Locais	116
6.5.2. Configuração geral do sistema	117
6.5.3. Dispositivos de medição de caudais.....	118
7. Conclusões	121
7.1. Síntese conclusiva	121
7.2. Recomendações e principais limitações.....	123
8. Trabalho futuro.....	125
Bibliografia.....	126

Índice de figuras

Figura 1 - Cronograma previsto para a operação PO Norte – ON.2.	8
Figura 2 - Atividades de natureza operacional inerentes a um serviço de fornecimento de água por campanha de rega.	16
Figura 3 - Evolução dos SIG [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].	22
Figura 4 - Funcionalidade e interatividade dos SIGD [Adaptado de (Gomes, 2012)].	23
Figura 5 - Arquitetura baseada no servidor [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].	24
Figura 6 - Arquitetura baseada no cliente [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].	25
Figura 7 - Arquitetura baseada no cliente [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].	25
Figura 8 - Arquitetura híbrida [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].	27
Figura 9 - Gráfico de saída produzido pela ferramenta MOGRA correspondente à evolução no tempo do teor de água no solo [Adaptado de (Maia & Santos, 2008)].	30
Figura 10 - Modelo simplificado de balanço hídrico do solo [Adaptado de (Oliveira, Maia, & Teixeira, 2004)].	32
Figura 11 - Diagrama simplificado da aplicação ISAREG [Adaptado de (Teixeira, 2006)]. ..	33
Figura 12 - Componentes físicos de um sistema de distribuição de água.	38
Figura 13 - Arquitetura da aplicação SIGOPRAM [Adaptado de (SIGOPRAM, 2017)].	40
Figura 14 - Localização do AHVV.	44
Figura 15 - Variação da altitude no AHVV.	45
Figura 16 - Blocos de rega e origens da água do AHVV.	48
Figura 17 - Hidrografia geral afeta ao AHVV.	50
Figura 18 - Mapa representativo da localização do Açude do Ribeiro do Cerejal e da conduta de transporte e das respectivas caixas de visita.	56
Figura 19 - Mapa representativo das condutas e hidrantes distribuídos ao longo do AHVV e que são parte integrante da rede de distribuição e transporte de água.	57
Figura 20 - Ortofotomapa com localização da Estação de Filtração de Ribeiro Grande e Arco.	59
Figura 21 - Ortofotomapa com localização da Estação Elevatória de Salgueiro.	60
Figura 22 - Cadeia de produção de ortocartografia.	66

Figura 23 - Esquízo parcial do voo de cobertura da Vilariça.....	68
Figura 24 - Ficha de identificação do ponto de apoio n.º 87 [Adaptado de (TEG, 2012)].	69
Figura 25 - Esquízo parcial do voo de cobertura da Vilariça e esquematização da triangulação aérea.	70
Figura 26 - Produção de cadastro.....	71
Figura 27 - AHVV e respetiva área para efeitos de realização do cadastro.....	73
Figura 28 - Panorâmica parcial das Freguesias de Santa Comba da Vilariça e Vilarelhos com delimitação de prédios inseridos no AHVV e identificação de prédio (representado a ciano - azul claro) com representação da respetiva tabela de atributos. Gerado a partir de ArcGIS 10.1.....	79
Figura 29 - Panorâmica parcial das Freguesias de Santa Comba da Vilariça e Vilarelhos com delimitação de parcelas inseridas no AHVV e identificação de parcela (representado a ciano - azul claro) com representação da respetiva tabela de atributos. Gerado a partir de ArcGIS 10.1.....	80
Figura 30 - Panorâmica parcial das Freguesias de Santa Comba da Vilariça e Vilarelhos com delimitação de subparcelas inseridas no AHVV e identificação de subparcela (representada a ciano - azul claro) com representação da respetiva tabela de atributos. Gerado a partir de ArcGIS 10.1.	80
Figura 31 - Representação em ortofotamapa complementada com fotografias relativas a: câmara de proteção circular de ventosa (em baixo) e de câmara de proteção retangular em betão armado contendo válvula de seccionamento; câmara de proteção circular de hidrante e manilha associada a descarga de fundo (em cima).	82
Figura 32 - Representação geométrica de parte dos equipamentos que constituem a rede de distribuição do AHVV.	84
Figura 33 - Representação geográfica e esquemática dos nós da rede de distribuição SN11, SN12, SN13, SN125 e SN142, situados no bloco Sul do AHVV.....	85
Figura 34 - Fluxo de produção da aplicação SIGAH.....	88
Figura 35 - Visão esquemática da instalação de uma caixa tipo “módulo de 2 contadores diferenciais (solução B)”, assente em maciço de betão e ligada a boca de hidrante de 3 bocas no AHVV.....	91
Figura 36 - Hidrante de duas bocas com contadores gerais associados protegido por manilha de betão pertencente ao AHVV.	91

Figura 37 - Mastro, antena e painel solar instalado num hidrante do AHVV.	91
Figura 38 - Ligações identificadas na Boca 1 do Hidrante BHR3.8.	92
Figura 39 - Remoção das ligações existentes associadas a bocas dos hidrantes BHR4.7, NH184 e SH17 e instalação de módulos de contadores diferenciais.	93
Figura 40 - Módulos de 4 contadores diferenciais instalados na primeira redistribuição (fotografia à esquerda) e na segunda redistribuição (fotografia à direita).	94
Figura 41 - Fluxo geral simplificado das etapas inerentes ao trabalho executado em obra no âmbito da instalação do Sistema de Telegestão no AHVV.	95
Figura 42 - Ortofotomapas produzidos ao abrigo do “PO Norte – ON.2”	97
Figura 43 - Aspeto de um ortofotomapa à escala 1:1000, correspondente à cobertura de 500 x 500 metros de terreno, de composição colorida definida pelas 3 bandas espectrais correspondentes ao azul, verde e vermelho, representativo de uma área situada no Vale da Vilariça.	98
Figura 44 - Área alvo de cadastro no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2” e a área atual do AHVV.	100
Figura 45 - Área cadastrada no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2”, rede de rega (condutas e hidrantes) e perímetro de rega atual correspondente ao Bloco da Burga e parte do Bloco Norte do AHVV.	101
Figura 46 - Área regada dentro e fora do perímetro de rega a partir da infraestrutura de rega afeta ao Bloco da Burga e parte do Bloco Norte do AHVV.	102
Figura 47 - Representação geográfica de uma pequena parte da rede de distribuição pertencente ao Bloco Sul do AHVV.	104
Figura 48 - Componentes principais de um WebSIG [Adaptado de (Condeça, 2009)].	106
Figura 49 - Arquitetura do SIGAH.	108
Figura 50 - Funcionalidades do SIGAH.	110
Figura 51 - Centro de Controlo [Adaptado de (Cegelec, 2015)].	112
Figura 52 - Mapa do Bloco da Burga.	113
Figura 53 - Janela de hidrante (2 bocas), com informação relativa a pressão (canto inferior esquerdo) e à unidade local afeta a uma das bocas (canto superior direito).	114
Figura 54 - Janela de detalhe da boca 1, do hidrante HR4.7, do Bloco da Burga.	114

Figura 55 - Fotografia da UC3 instalada na Nossa Senhora dos Anúncios no Vale da Vilariça associada a respetiva representação esquemática [Adaptado de (Cegelec, 2015)].	115
Figura 56 - Hidrantes com mastro, antena e painel solar.	116
Figura 57 - Configuração geral do sistema de telegestão [Adaptado de (Cegelec, 2015)]... ..	117
Figura 58 - Diagrama com as principais condicionantes da qualidade de um projeto.....	123

Índice de quadros

Quadro 1 - Caraterização da área equipada para regadio (irrigável) em Portugal (DGADR, 2014).....	2
Quadro 2 - Repartição das tarefas na arquitetura baseada no servidor.	24
Quadro 3 - Repartição das tarefas na arquitetura baseada no servidor.	26
Quadro 4 - Principais características das tecnologias de programação para as arquiteturas baseadas no servidor e no cliente (Barriguinha, 2008).	26
Quadro 5 - Repartição das tarefas na arquitetura híbrida [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].	27
Quadro 6 - Principais caraterísticas relativas à Barragem da Burga.....	52
Quadro 7 - Principais caraterísticas relativas à Barragem do Salgueiro.	53
Quadro 8 - Principais caraterísticas relativas à Barragem de Santa Justa.....	54
Quadro 9 - Principais caraterísticas relativas à Barragem de Ribeiro Grande e Arco.	55
Quadro 10 - Definição, dependências e atributos do conceito prédio [Adaptado de DRAPN, 2012].....	62
Quadro 11 - Definição, dependências e atributos do conceito parcela [Adaptado de DRAPN, 2012].....	62
Quadro 12 - Definição, dependências e atributos do conceito subparcela [Adaptado de DRAPN, 2012].....	63
Quadro 13 - Definição, dependências e atributos do conceito hidrante [Adaptado de DRAPN, 2012].....	63
Quadro 14 - Definição, dependências e atributos do conceito hidrante [Adaptado de DRAPN, 2012].....	64
Quadro 15 - Definição, dependências e atributos do conceito hidrante [Adaptado de DRAPN, 2012].....	64
Quadro 16 - Atividades de gestão da informação relativas ao território, à sua posse e ocupação associadas ao processo de gestão de cadastro [Adaptado de DRAPN, 2012].	65
Quadro 17 - Caraterísticas gerais da cobertura aerofotográfica realizada (Luís, 2012).	67
Quadro 18 - Requisitos do levantamento aerofotogramétrico realizado (Luís, 2012).....	67

Quadro 19 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados pela ABVV para efeitos de caraterização de prédios.	75
Quadro 20 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caraterização de proprietários.	76
Quadro 21 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caraterização de parcelas.	77
Quadro 22 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caraterização de titulares.	77
Quadro 23 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caraterização de subparcelas.	78
Quadro 24 - Classes de ocupação do solo por categoria e respetivos códigos.	78
Quadro 25 - Representação geométrica das infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição da água de rega.	82
Quadro 26 - Número de prédios, parcelas e subparcelas identificados por freguesia no âmbito do projeto “PO Norte – ON.2”.	99
Quadro 27 - Equipamentos previstos, instalados e em armazém.	118

Acrónimos

AB - Associações de Beneficiários

ABVV - Associação de Beneficiários do Vale da Vilarica

AH - Aproveitamento Hidroagrícola

AHVV - Aproveitamento Hidroagrícola do Vale da Vilarica

AMA - Agência para a Modernização Administrativa, I.P.

APEX - *Oracle Application Express*

CAD – *Computer Aided Design*

CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal

CCP - Código dos Contratos Públicos

CCTV – *Closed-Circuit Television*

COTR - Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio

DBMS - *Database Management System*

DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DGP - Défice de Gestão Permissível

DRAPN – Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte

EPA - *Environmental United States Protection Agency*

ESRI - *Environmental Systems Research Institute*

FFD - Ferro fundido dúctil

GML - *Geography Markup Language*

GNSS - *Global Navigation Satellite System*

GPS – *Global Positioning System*

HTPP - *Hyper Text Transfer Protocol*

HuraGIS - Herramientas para el Uso Racional del Agua com el soporte de un GIS

IFAP - Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas, I.P.

MOGRA - Modelo de Gestão de Rega para o Alentejo

MNA – Modelo Numérico Altimétrico

NPA - Nível de Pleno Armazenamento

PEAD - Polietileno de alta densidade

ProDer - Programa de Desenvolvimento Rural

RGN - Rede Geodésica Nacional

RNF - Reservatórios de nível fixo

RNV - Reservatórios de nível variável

RTCAP - Regulamento Técnico das Coberturas Aerofotográficas para fins Cívicos

RTK - *Real Time Kinematic*

SAGRA - Sistema Agrometeorológico para Gestão de Rega no Alentejo

SCADA - *Supervisory control and data acquisition*

SGBD - Sistema de Gestão de Base de Dados

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SIGAH - Sistema de Informação e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas

SIGAHC - Sistema de Informação Geográfica do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia

SIGD - SIG Distribuído

SIP - Sistema de Identificação Parcelar

SMS - *Short Message Service*

UMN - Universidade do Minnesota

WCS - *Web Coverage Service*

WEBSIG - Sistemas de Informação Geográfica distribuídos pela *internet*

WFS - *Web Feature Service*

WMS - *Web Map Service*

WWW - *World Wide Web*

XML - *Extensible Markup Language*

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Em Portugal Continental, tal como noutras regiões com clima mediterrânico, verifica-se uma não coincidência entre a ocorrência de precipitação e a disponibilidade de radiação solar, o que condiciona de forma significativa a produção agrícola. Esta limitação climática é grandemente ultrapassada pela prática de agricultura de regadio, já que permite a produção agrícola em situações onde a escassez de água seria um fator limitante.

O desenvolvimento da agricultura de regadio em Portugal assentou na instalação de empreendimentos hidroagrícolas que têm como objetivos fundamentais a irrigação das culturas, o enxugo e drenagem e a defesa dos terrenos de cultivo, tendo em vista a intensificação, de forma sustentada, da atividade agrícola nas áreas abrangidas (DGADR, 2014).

As obras de fomento hidroagrícola ganharam relevo no nosso país, no princípio do século XVII, com a entrada no território do milho americano ou Milhão. Considerada uma cultura mais rentável que os cereais tradicionais, adequava-se bem às condições climáticas do período primavera-primaveril-outonal português, com exceção da escassez de água durante o estio. De forma a ultrapassar a limitação referida, foi realizado um grande investimento na construção de diversas infraestruturas de rega e de drenagem para o cultivo do Milhão, parte delas atualmente conhecidas por “regadios tradicionais”, por todo o Entre-Douro-e-Minho, parte de Trás-os-Montes, Beira Alta e Beira Litoral (Russo, 2013).

Em 1938 foi aprovado o Plano de Fomento Hidroagrícola que incluía um total de 20 obras, correspondentes a uma área total beneficiada de cerca de 106 mil hectares. Em 1957, foi apresentado o Plano de Valorização do Alentejo, para regar uma área de 170 mil hectares. Por essa altura, admitia-se que as obras a realizar pelo Estado corresponderiam a cerca de 320 mil hectares (Russo, 2013).

Com a revolução de 1974, os estudos, projetos e obras de desenvolvimento hidroagrícola públicas praticamente cessaram, relançando-se com os fundos estruturais decorrentes da entrada de Portugal na CEE (Comunidade Económica Europeia) em 1986. Desde essa data, foram realizados diversos estudos e projetos com a consequente instalação e reabilitação da rede de rega, de drenagem e de melhoramentos fundiários diversos ao serviço de milhares de hectares de área beneficiada (Russo, 2013).

Atualmente a área equipada para regadio (irrigável) está caracterizada no Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização da área equipada para regadio (irrigável) em Portugal (DGADR, 2014).

Tipos de regadio	Área (ha)	Área (%)
Regadios coletivos públicos	194000	35
Regadios coletivos privados	51000	9
Regadios individuais	313000	56
Total	558000	100

A área correspondente aos regadios coletivos privados refere-se a cerca de 2400 infraestruturas, vulgarmente designadas por “regadios tradicionais”. Dos cerca de 194000 hectares de regadios coletivos públicos (de iniciativa estatal), 41% correspondem a AH construídos entre 1938 e 1974 (DGADR, 2014).

O regadio público apresenta uma situação mista, onde persistem aproveitamentos envelhecidos e assentes na conceção técnica dos meados do século passado, com adesão dos agricultores por vezes baixa, carecendo de profundas intervenções, e, a existência, de regadio novo, adaptável, mais competitivo e mais eficiente no uso da água, a entrar em exploração ou em fase de conclusão. De referir ainda que os “regadios tradicionais”, de enorme importância social e ambiental especialmente nas regiões desfavorecidas e de montanha do norte e centro do país, têm vindo a sofrer importantes intervenções nas últimas duas décadas (DGADR, 2014).

Os investimentos em infraestruturas já realizados e os que se pretendem efetuar no futuro, particularmente ao nível da reabilitação e modernização dos regadios públicos, devem ser acompanhados pela capacitação das entidades gestoras, no sentido de estas disporem de competências de gestão ao nível do uso racional e eficiente da água e da operacionalização de toda a infraestrutura de rega. Para o efeito, deverão dispor das ferramentas e procedimentos necessários para que possam gerir de forma eficiente e integrada as diferentes áreas de conhecimento associadas à gestão de um AH (Aproveitamento Hidroagrícola):

- Energia;
- Território;
- Infraestrutura;
- Economia;
- Partes interessadas (regantes, colaboradores e comunidade em geral).

Tal como noutros setores de atividade, a agricultura e particularmente o regadio, têm vindo a seguir a evolução tecnológica através da adoção de novas ferramentas tecnológicas, nomeadamente, tecnologias de informação, sistemas de monitorização e acompanhamento, SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e deteção remota, passíveis de promover importantes melhorias ao nível de:

- Gestão da água e energia;
- Rapidez de acesso à informação e disponibilização de uma maior variedade de formatos disponíveis;
- Serviços prestados aos regantes;
- Transparência na gestão das associações de regantes;
- Desenvolvimento sustentável.

A gestão eficiente do solo e da água na agricultura de regadio requer o conhecimento de diversas variáveis e suas inter-relações, tais como, as referentes ao clima, solo, culturas, disponibilidade de água, redes de distribuição de água, práticas de gestão, entre outras. Parte significativa destas variáveis pode ser representada espacialmente pelo que a introdução destas variáveis no planeamento e gestão da irrigação, conduziu à difusão dos SIG na gestão dos perímetros de rega (Todorovic & Steduto, 2003).

A gestão do regadio necessita de informação temática proveniente de diversas fontes, sendo que uma parte significativa da mesma necessita de atualizações periódicas com um maior ou menor grau de frequência. Salientam-se neste âmbito, informações relativas ao cadastro, ocupação dos solos, clima, tipo e sistema de rega adotados pelos regantes, entre outros (Perdigão, 2003).

No caso da gestão dos AH (Aproveitamentos Hidroagrícolas), as AB (Associações de Beneficiários), enquanto entidades gestoras destas infraestruturas por concessão contratualizada com o Estado, ao introduzirem ferramentas SIG nos seus processos de gestão, irão promover uma forte melhoria no conhecimento do território onde os AH se inserem com forte impacto nas decisões estratégicas para esses territórios. Simultaneamente, ocorrerão ganhos de eficiência na gestão operacional dos AH, no aumento da eficiência no uso da água e energia e na prestação de serviços aos regantes e comunidade em geral.

1.2. Objetivos e pertinência do estudo

Os objetivos do presente estudo visam apresentar a experiência profissional do autor no desenvolvimento e implementação de soluções SIG de apoio à gestão de projetos AH, nomeadamente do AHVV (Aproveitamento Hidroagrícola do Vale da Vilariça) pela ABVV (Associação de Beneficiários do Vale da Vilariça), no período de 2012 até 2017. Não se pretende nesta dissertação apresentar uma solução SIG enquanto produto “acabado” e em utilização por parte da ABVV na gestão do AHVV, mas sim apresentar componentes desse “produto SIG” que têm vindo a ser desenvolvidas como resposta a um conjunto de desafios colocados nestes últimos anos à ABVV e, por consequência, ao autor enquanto técnico da mesma.

Face ao exposto e não podendo abordar de forma minuciosa todo o trabalho entretanto desenvolvido ao nível dos SIG, este estudo centra-se sobretudo em três áreas cruciais na gestão de um AH, nas quais o desenvolvimento de uma base de dados georreferenciados através da agregação e interação de dados de diferentes fontes, facilita de forma significativa os processos de decisão. São elas, a criação e manutenção do cadastro nas suas múltiplas componentes, os WebSIG enquanto ferramentas de gestão dos AH e a telegestão.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em nove capítulos, nos quais está incluída a presente introdução (**primeiro capítulo**), onde é apresentado de forma geral o tema a desenvolver, os objetivos a atingir com o seu desenvolvimento e a estrutura da mesma. Os restantes capítulos são apresentados abaixo de forma sucinta.

No **segundo capítulo** é efetuada uma resenha histórica sobre o processo que conduziu ao desenvolvimento de soluções SIG no apoio à gestão do AHVV pela ABVV. São aprofundados dois marcos importantes: a execução da operação denominada “**Definição e implementação da capacidade institucional para a gestão sustentável de aproveitamentos hidroagrícolas**” cofinanciada pelo “Programa Operacional Regional do Norte - ON.2”, adiante designado por “PO Norte - ON.2” e a operação denominada “**Automação e Telegestão do Perímetro Hidroagrícola da Vilariça**” financiada pelo ProDer (Programa de Desenvolvimento Rural).

No **terceiro capítulo** é efetuada a revisão bibliográfica, onde são abordados os WebSIG e exemplos de soluções SIG utilizadas na gestão de perímetros de rega. Neste âmbito, são referidos, quais os tipos de dados que deverão estar integrados numa ferramenta de gestão com aplicação SIG dita ideal para gestão de um AH.

No **quarto capítulo** é apresentada a localização da área de estudo, o historial do AHVV e a descrição das suas principais infraestruturas.

No **quinto capítulo** é apresentado o material utilizado e descrevem-se as metodologias de trabalho adotadas. É dada especial ênfase à definição de conceitos e procedimentos e a forma como se conjugam com as condicionantes e normas legais, a produção dos dados e a apresentação dos resultados.

No **sexto capítulo** são apresentados os resultados e efetuada a análise e discussão dos mesmos.

No **sétimo capítulo** descrevem-se as principais conclusões sobre o trabalho realizado e os resultados obtidos. Identificam-se, ainda, as dificuldades e constrangimentos encontrados.

No **oitavo capítulo** são propostas sugestões quer de continuidade do trabalho já desenvolvido pela ABVV no AHVV, bem como de melhoria, nomeadamente ao nível da estratégia metodológica a adotar em trabalhos futuros da mesma natureza.

O **nono capítulo** apresenta as referências bibliográficas que serviram de suporte ao trabalho.

2. Resenha histórica

2.1. Apresentação do problema

A ABVV é uma entidade reconhecida pelo Ministério da Agricultura como Pessoa Coletiva de Direito Público através da Portaria nº 742/2009 de 10 de julho. Trata-se de uma associação que iniciou a sua atividade no ano de 2009, mas que até outubro de 2011 não dispunha de quadro de pessoal, sendo a gestão do AHVV da responsabilidade da DRAPN (Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte).

A gestão do AHVV pela DRAPN manteve-se formalmente até 9 de Maio de 2013, altura em que por Resolução do Conselho de Ministros n.º 13/2013, o AHVV foi classificado como obra de interesse regional do Grupo II, nos termos dos artigos 6.º e 7.º do Decreto-Lei n.º 269/82 de 10 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 86/2002, de 6 de abril e como consequência a sua gestão foi transferida para a Autoridade Nacional do Regadio, ou seja, a DGADR (Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural). A ABVV obtém, em 2017, a concessão da gestão do AHVV, por Despacho n.º 11222/2015, de 7 de outubro de 2015.

A DRAPN é responsável pela gestão das infraestruturas de rega de um conjunto de regadios públicos da sua área de intervenção, pelo que necessita de se capacitar permanentemente a este nível, de modo a potenciar o investimento público que tem vindo a ser realizado nas infraestruturas que lhe estão associadas. Por outro lado, as associações representativas dos regantes, apesar de participarem na gestão dos empreendimentos, apresentam ainda, em diferentes graus, dificuldades na gestão dos mesmos.

No caso particular do AHVV, em 2010, este não dispunha, nomeadamente, de um Sistema de Informação e Gestão para a gestão da água de rega e o cadastro, quer referente às parcelas quer às infraestruturas, não estava atualizado. Simultaneamente, face à capacidade técnica e institucional e aos instrumentos que dispunha, a ação da DRAPN no terreno estava limitada fundamentalmente às operações básicas de manutenção das infraestruturas do AHVV através da afetação de três técnicos (antigos cantoneiros), dois deles a tempo parcial.

O cenário de 2010 compreendia assim, uma associação de beneficiários apenas com capacidade representativa através dos seus órgãos sociais eleitos estando o exercício da gestão do AHVV totalmente dependente da DRAPN que por sua vez também apresentava um

conjunto de limitações, nomeadamente pela ausência de um modelo de gestão alicerçado num conjunto de ferramentas e procedimentos desenvolvidos especificamente para os AH.

No sentido de colmatar, pelo menos em parte, estas e outras debilidades, foram desenvolvidos dois projetos no AHVV que são apresentados de forma sumária no segundo capítulo ponto “**2.2. Projeto PO Norte – ON.2**” e ponto “**2.3. Projeto ProDer**”.

2.2. Projeto PO Norte – ON.2

Em 2010, a DRAPN como entidade líder e a ABVV como entidade parceira, efetuaram uma candidatura ao “PO Norte - ON.2”, “Eixo Prioritário 5 - Governação e Capacitação Institucional”, denominada “*Definição e implementação da capacidade institucional para a gestão sustentável de aproveitamentos hidroagrícolas*” que veio a ser aprovada e executada entre os anos de 2011 e 2014. Esta candidatura visou conceber e obter um modelo de gestão que a DRAPN pudesse transferir futuramente para outros perímetros de rega, tendo por base o modelo de gestão a desenvolver pelas entidades parceiras para o AHVV.

O desafio principal deste projeto centrou-se no desenvolvimento de um modelo de gestão capaz de contribuir para a melhoria de gestão da água de rega, o que, obtido com sucesso, permitiria uma utilização mais eficiente das infraestruturas de rega, em consonância com a manutenção da qualidade ambiental e o uso racional da água disponível.

O projeto foi estruturado inicialmente em 3 fases de execução correspondentes a 3 ações, que por sua vez se desagregavam nas diferentes atividades. Contudo, por questões funcionais, a Autoridade de Gestão do ON.2 solicitou que as ações fossem individualizadas por parceiro, obrigando à reformulação da estrutura inicial. Por esta razão, no cronograma representado pela Figura 1, as ações surgem em duplicado (DRAPN e ABVV), mas ajustadas em termos de período de execução à participação de cada uma das entidades.

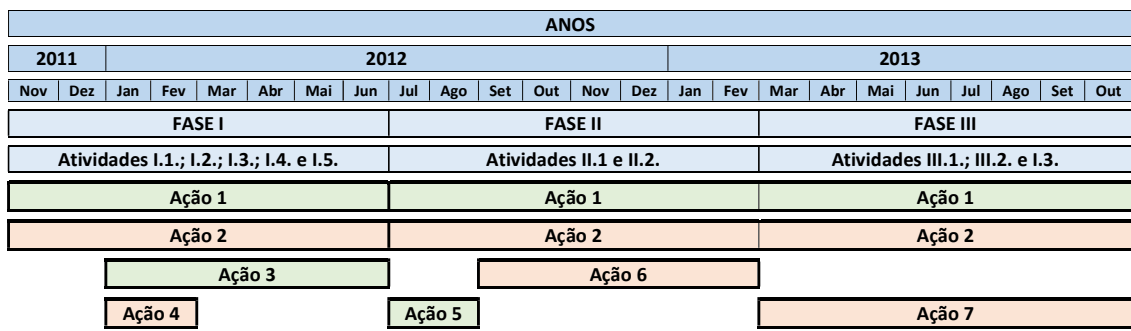


Figura 1 - Cronograma previsto para a operação PO Norte – ON.2.

De acordo com a Figura 1, o projeto foi composto pelas seguintes fases e respectivas atividades:

- **Fase I** - Conceção e Desenvolvimento do Sistema Informação e Gestão com aplicação SIG:
 - **Atividade I.1** - definição da plataforma tecnológica: *hardware* e *software*;
 - **Atividade I.2** - conceção do sistema: definição e apresentação de conceitos;
 - **Atividade I.3** - procedimentos e funcionalidades do sistema;
 - **Atividade I.4** - desenvolvimento do sistema;
 - **Atividade I.5** - testes, formação e implementação do sistema nas duas organizações;
- **Fase II** - Aquisição/recolha de dados e introdução no Sistema de Informação e Gestão com aplicação SIG:
 - **Atividade II.1** - aquisição da informação geográfica de base e sua agregação ao SIG;
 - **Atividade II.2** - identificação e caracterização georreferenciada de prédios, parcelas, subparcelas e de infraestruturas de rega e sua agregação ao SIG;
- **Fase III** - Definição de ferramentas de consulta à base de dados:
 - **Atividade III.1** - caraterização da situação de referência do Vale da Vilariaça;
 - **Atividade III.2** - proposta de Modelo de Reorganização da Ocupação Cultural;
 - **Atividade III.3** - proposta de Modelo de Gestão Produtiva e Comercial.

Ainda, conforme representado pela Figura 1, o projeto contemplou as seguintes ações:

- **Ação 1** – formação/apresentação da equipa técnica da DARPN;
- **Ação 2** - formação/apresentação da equipa técnica da ABVV;
- **Ação 3** - conceção e desenvolvimento do Sistema Informação e Gestão com aplicação SIG – equipa técnica da DRAPN;
- **Ação 4** - conceção e desenvolvimento do Sistema Informação e Gestão com aplicação SIG - equipa técnica da ABVV;
- **Ação 5** - aquisição/recolha de dados e introdução no Sistema de Informação e Gestão com aplicação SIG - equipa técnica da DRAPN;
- **Ação 6** - aquisição/recolha de dados e introdução no Sistema de Informação e Gestão com aplicação SIG - equipa técnica da ABVV;
- **Ação 7** - definição de ferramentas de consulta à base de dados - equipa técnica da ABVV.

De forma a balizar o âmbito do presente estudo apenas serão abordadas nas suas componentes principais as fases I e II deste projeto.

Como principais condicionalismos à realização da operação relativa ao “PO Norte – ON.2”, particularmente das fases I e II, há a salientar os inerentes à:

- Morosidade e complexidade dos processos de contratação pública;
- Elevada complexidade no desenvolvimento das regras de negócio do Sistema de Informação;
- Produção da informação cadastral a partir de fontes por vezes desatualizadas, com dados parciais, inexistentes ou incorretos;
- Interoperabilidade entre diferentes sistemas de *software*.

O excesso de otimismo no delineamento das metas a atingir durante o planeamento da candidatura do projeto, associado aos condicionalismos referidos acima, impediram o cumprimento dos prazos previamente definidos para a execução das fases I e II. Por conseguinte, ao nível da execução temporal do projeto, foi necessário proceder a um pedido de alteração do prazo de conclusão do mesmo de 30-06-2013 para 30-06-2014, por atraso verificado na execução física. A principal causa para este pedido decorreu de imperativos legais, nomeadamente de autorizações do Ministério das Finanças e da AMA (Agência para a Modernização Administrativa, I.P.) que originaram uma derrapagem na data prevista para a abertura do procedimento de aquisição de serviços para a conceção e desenvolvimento do

sistema de informação e gestão com aplicação SIG (fase I). Após a realização do concurso internacional, tendo como entidade adjudicante a DRAPN, o contrato só foi celebrado em 23-09-2013. Esta situação conduziu a que as atividades “I.4.” e “I.5.” fossem desenvolvidas na fase final do projeto e não no início conforme inicialmente idealizado, com evidentes repercussões ao nível da realização das atividades inerentes à fase 2 do projeto, mais especificamente no que concerne à agregação de dados ao SIG.

2.2.1. Fase I - Conceção e Desenvolvimento do Sistema Informação e Gestão com aplicação SIG

A Fase I foi iniciada através do desenvolvimento do “*caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*” por uma equipa multidisciplinar composta por membros da DRAPN e ABVV, com diferentes formações e competências, com especial incidência nas áreas de informática e agronomia.

O “*caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*” foi desenvolvido tendo em vista definir, explicar, e divulgar, um conjunto de informações, de conceitos técnicos e processos de negócio, do ponto de vista dos gestores de AH. Através deste compêndio, foi mais fácil avançar nas tarefas do projeto, sobretudo, na definição dos requisitos funcionais e tecnológicos que foram, posteriormente, submetidos a concurso público para efeitos de contratação de serviços de desenvolvimento de *software* (DRAPN, 2012).

Tendo como entidade adjudicante a DRAPN, a submissão a concurso público dos requisitos funcionais e tecnológicos, foi garantida através da sua inclusão no caderno de encargos, sendo parte integrante do mesmo, como anexo, o “*caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*”. Adicionalmente, a equipa técnica da DRAPN definiu uma matriz de requisitos (legais, técnicos e funcionais) e critérios de adjudicação, incluídos no programa de procedimentos, de forma a permitir uma melhor avaliação das propostas por parte das empresas que participaram no concurso.

Da execução do contrato decorrente da adjudicação por concurso público da proposta de “*Conceção e desenvolvimento do Sistema de Informação e Gestão*” de suporte à “*Definição e implementação da capacidade institucional para a gestão sustentável de aproveitamentos hidroagrícolas*”, resultou a aplicação SIGAH (Sistema de Informação e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas).

2.2.2. Fase II - Aquisição/recolha de dados e introdução no Sistema de Informação e Gestão com aplicação SIG

Na fase II a DRAPN foi responsável por proceder à aquisição da informação geográfica de base. A informação geográfica de base adquirida compreendeu:

- Extrato da Carta Militar de Portugal em formato imagem (*raster* - resolução 72 dpi, formato jpeg), nomeadamente as folhas: 91, 105, 118 e 130, no sistema de coordenadas ETRS 1989 Portugal TM06;
- Extrato da Carta Militar de Portugal em formato vetorial (desenho assistido por computador, formato dgn): 91, 105, 118 e 130, no sistema de coordenadas ETRS 1989 Portugal TM06 e com os seguintes temas: altimetria, caminhos, rede viária, via férrea, geodesia, toponímia e hidrografia.

A informação de base foi introduzida no SIGAH em 2014, tendo sido a informação vetorial convertida para o formato *shapefile*, durante a fase de testes da aplicação.

Nesta mesma fase, a ABVV foi responsável por proceder á aquisição de serviços para produção de ortocartografia e da identificação e caracterização georreferenciada de prédios, parcelas, subparcelas e das infraestruturas de rega do AHVV. Para o efeito, e enquanto entidade adjudicante, realizou três ajustes diretos para:

- produção de fotografia aérea digital georreferenciada e ortocartografia á escala 1:1000;
- aquisição de dados topográficos respeitantes ao cadastro geométrico à escala 1:1000 da propriedade, parcelas e infraestrutura de rega;
- aquisição e integração de dados em SIG (cadastro descritivo).

Cada um dos procedimentos, por ajuste direto para efeitos de contratação pública, implicou o cumprimento das seguintes fases, conforme definido pelo CCP (Código dos Contratos Públicos):

- Decisão de contratar;
- Aprovação das entidades a convidar;
- Convite;
- Análise das propostas e elaboração do Relatório Preliminar;
- Audiência Prévia;
- Relatório Final;
- Adjudicação;
- Contrato;
- Publicitação no sítio “Base – Contratos Públicos online” - <http://www.base.gov.pt/base2/>”.

A produção de fotografia aérea e ortocartografia foi contratualizada a 20 de agosto de 2012. O prazo previsto para a execução do contrato pela entidade adjudicatária foi de 3 meses. A aceitação formal por parte da ABVV das entregas referentes a este procedimento de contratação ocorreu a 20 de março de 2013. Ocorreu um desvio temporal de cerca de 4 meses face ao inicialmente programado, por um lado devido a problemas técnicos com a aeronave que iria realizar o voo que acabou por ocorrer apenas a 1 de outubro de 2012 e por outro, pelo facto de a ABVV ter solicitado a alargamento da área coberta por ortocartografia tendo por base a fotografia aérea produzida.

A aquisição de dados topográficos respeitantes ao cadastro geométrico à escala 1:1000 da propriedade, parcelas e infraestrutura de rega foi contratualizada a 27 de agosto de 2012. O prazo previsto para a execução do contrato pela entidade adjudicatária foi de 3 meses. A aceitação formal por parte da ABVV das entregas referentes a este procedimento de contratação ocorreu a 5 de agosto de 2013. O desvio temporal para a realização deste procedimento foi de cerca de 1 ano face ao inicialmente programado. Uma das causas deste desvio resultou do prolongamento da execução do procedimento relativo à produção da ortocartografia que fez com que a entrega dos ortofotomapas ocorresse mais tarde em relação ao previsto. Outras das causas que se podem enumerar são: **(a)** excesso de otimismo na definição de um prazo curto para as tarefas a desenvolver; **(b)** falta de experiência por parte da ABVV enquanto entidade adjudicante; **(c)** os procedimentos de aquisição de serviços de

produção de ortocartografia e em especial de cadastro geométrico e cadastro descritivo, idealmente poderiam ter sido efetuados a partir de um único procedimento de contratação por concurso público o que conduziria a ter uma única empresa responsável pela execução destes serviços em vez de três. Relativamente a esta última causa, o aumento da complexidade na realização do concurso público face aos ajustes diretos efetuados, seria compensada por uma eventual melhoria no desenvolvimento das tarefas inerentes à Fase II pelas partes.

A aquisição e integração de dados em SIG foi contratualizada a 29 de outubro de 2012. O prazo previsto para a execução do contrato pela entidade adjudicatária foi de 3 meses. A aceitação formal por parte da ABVV das entregas referentes a este procedimento de contratação ocorreu a 26 de junho de 2014. O desvio temporal para a realização deste procedimento foi de cerca de 1 ano e cinco meses face ao inicialmente programado.

Às causas já expressas no parágrafo anterior que também potenciaram o prolongamento do prazo de execução deste procedimento de contratação por ajuste direto, soma-se uma outra já referida anteriormente, ou seja, o desenvolvimento das atividades “I.4.” e “I.5.” na fase final do projeto. Tal obrigou a que a introdução de dados no SIGAH pudesse somente ocorrer no ano de 2014.

2.3. Projeto ProDer

A DRAPN efetuou uma candidatura ao Programa ProDer denominada “*Automação e Telegestão do Perímetro Hidroagrícola do Vale da Vilariça*”. Após aprovação da mesma, foi desenvolvida a fase de projeto para posteriormente se proceder à fase de lançamento de concurso público. A consequente contratação pública ocorreu no segundo semestre de 2014, tendo sido prolongada a execução da obra até ao ano de 2015. A DRAPN liderou sempre este processo, tendo sido a entidade adjudicante no concurso público e o *Dono de Obra* durante a execução da mesma. A ABVV acompanhou todo o processo, em particular durante a obra, enquanto representante dos beneficiários do AHVV.

Este projeto teve como objetivo principal a instalação de um sistema de telegestão, o qual, de uma forma global, se centra na aquisição de informação relativa ao estado de funcionamento das bocas de rega instaladas no AHVV. Adicionalmente, contemplou igualmente a instalação de um sistema de circuito fechado de televisão (CCTV) para algumas das infraestruturas que

compõem o AHVV, nomeadamente as estações de filtragem e a estação elevatória do Salgueiro.

3. Os SIG na gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas

3.1. Introdução

Portugal, nas últimas décadas, realizou investimentos significativos no regadio. É premente que todo este investimento por parte da sociedade portuguesa traga o devido retorno em termos económicos, sociais e ambientais. Para o efeito, é crucial que os perímetros de rega adotem metodologias eficientes de gestão no sentido de otimizar a utilização da água, maximizar os rendimentos, minimizar os custos de investimento e exploração, assim como reduzir os custos ambientais decorrentes da intensificação agrícola.

O uso eficiente da água de rega implica gerir de forma integrada informação de natureza agronómica, climática, hidráulica e territorial, pelo que é fundamental a existência de uma base de dados que sustente a tomada de decisões nos níveis estratégico e operacional. Tendo como pressuposto que grande parte desses dados têm natureza geográfica, a utilização de SIG constitui-se como uma ferramenta poderosa de gestão de perímetros de rega, na medida em que permite trabalhar com um elevado volume de dados (Antenucci *et al*, 1991; Aranha, 2011; Aronof, 1991), contribuindo de forma significativa para o aumento da eficiência dos processos associados:

- à administração dos territórios sob influência de infraestruturas de rega através da criação e manutenção do cadastro de prédios rústicos e de parcelas;
- à gestão dessa mesma infraestrutura através, nomeadamente, da criação e atualização do cadastro das estruturas, máquinas, equipamentos e componentes que a constituem, incluindo o registo das intervenções realizadas;
- à análise da informação existente no sentido de apoiar o processo de decisão associado, por exemplo, à escolha das culturas mais adequadas função das condições edafo-climáticas, condições técnicas da rede no local, proximidade de vias de comunicação ou da rede elétrica, entre outros;
- a novos investimentos associados à ampliação ou alteração da infraestrutura;
- à cobrança em função do tipo de cultura, da área regada e/ou da água consumida por beneficiário;
- à gestão da água e do solo.

A Figura 2, identifica as principais atividades de natureza operacional, divididas pelas áreas administrativa, de operação e manutenção, essenciais para o fornecimento eficaz e eficiente de água pela entidade gestora de um dado AH aos seus beneficiários numa campanha de rega.

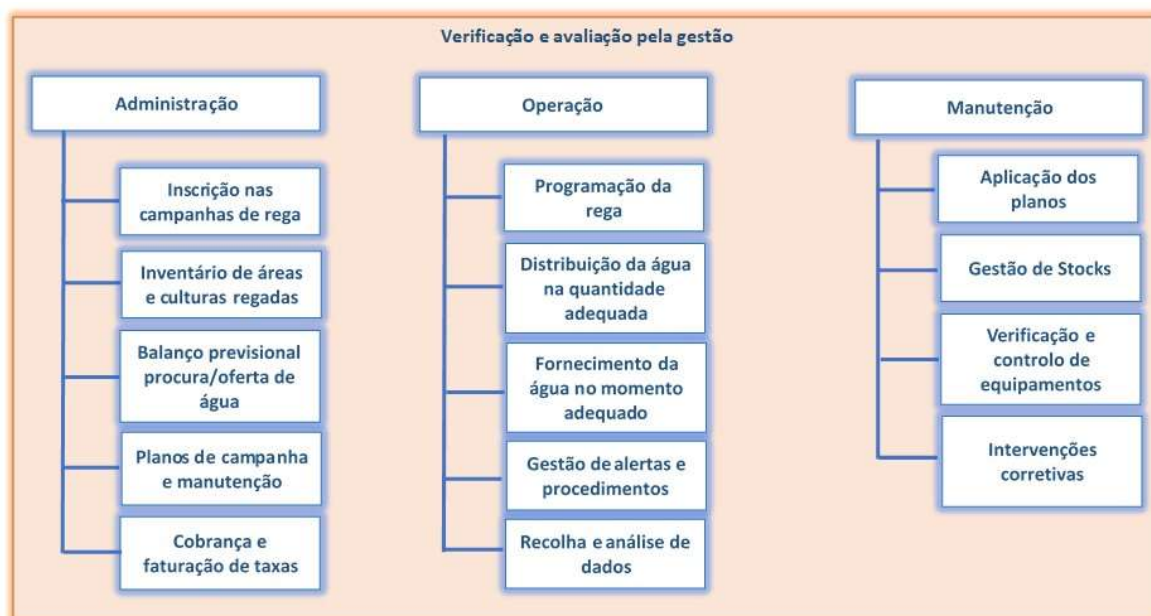


Figura 2 - Atividades de natureza operacional inerentes a um serviço de fornecimento de água por campanha de rega.

A evolução recente dos SIG, particularmente ao nível da interoperabilidade, ou seja, da possibilidade de partilha eficiente de informação entre vários sistemas, associada à capacidade de comunicação entre diferentes sistemas de informação (Furtado, 2006), através de meios como a *internet*, constitui uma poderosa ferramenta de gestão, passível de ser utilizada pelas entidades gestoras dos AH.

3.2. Informação Geográfica

Segundo Faria (2006), citado por Gomes (2012), a expressão “informação geográfica” ou “dados espaciais” reporta-se a quaisquer tipos de atributos que descrevam fenómenos aos quais está associada uma dimensão espacial através da sua localização efetiva sob a superfície terrestre. Nesta ótica, o ser humano é produtor e utilizador de informação geográfica desde os seus primórdios, quando, por exemplo, desenhava “mapas” com indicação dos locais de caça ou com a indiciação das áreas com plantas comestíveis.

Com a ocupação de vastos territórios e o desenvolvimento das civilizações da Ásia Menor, Egito e Europa ocorre o desenvolvimento do que viria a ser a Cartografia enquanto ciência, dada a necessidade das comunidades em entender o espaço terrestre e simultaneamente mostrar o poder de cada estado, a identidade de um povo dentro das linhas desenhadas e a ambição das futuras conquistas (Rodrigues, 2013).

Com o advento do Renascimento são criadas as projeções e a orientação a norte dos mapas, transportando a Cartografia da Idade Média focalizada na Arte (pintura) para a categoria de Ciência devido à introdução da matemática. Uma outra revolução da Cartografia ocorre no final do século XIX e século XX com o advento tecnológico que trouxe, por exemplo, a litografia, o uso da cor, a análise exploratória ou a fotografia aérea. Como consequência destas transformações, os mapas tornaram-se mais acessíveis à generalidade das pessoas, primeiro através da litografia que permitiu multiplicar os mapas e assim promover a sua disseminação, e depois, pela impressão (Rodrigues, 2013).

Na década de sessenta, surgem as primeiras aplicações informáticas para a produção de Cartografia e os primeiros Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Moura, 2016). Em 1963 Roger Tomlinson e os seus colegas desenvolveram um sistema de informação geográfica digital para o Canadá, tornando-se o primeiro SIG produzido mundialmente. Outros acontecimentos marcantes nesta década para o mapeamento digital incluem: **(a)** desenvolvimento pela Universidade de Harvard do SYMAP (*Synteny Mapping and Analysis Program*) que constituiu a primeira imagem *raster* de um SIG; **(b)** criação do DIME (*Dual Independent Map Encoding*) que corresponde à primeira imagem de dados digital produzida pelo departamento de censos dos Estados Unidos da América; **(c)** criação da ESRI (*Environmental System Research Institute*) que viria a ser a organização produtora de SIG mais importante do mundo; **(d)** lançamento do satélite LandSat 1, originalmente designado por ERTS (Earth Resources Technology Satellites) (Rodrigues, 2013)

A fechar o século XX e até à data surge a Era da Informação e do Conhecimento. A importância crescente do conhecimento na sociedade e as consequentes alterações nas dinâmicas socioeconómicas têm vindo a influenciar os territórios, a forma de conceber o desenvolvimento territorial, tendo originado a necessidade de desenvolver novas ferramentas tecnológicas de análise e registo espaciais associadas à cartografia, topografia, deteção remota, fotogrametria, geodesia e desenho assistido por computador. Em suma, a forma como se percebe o lugar, se organiza o espaço, se constrói uma comunidade está cada vez mais dependente das tecnologias de informação (Ferreira, 2005).

3.3. Sistemas de Informação Geográfica

3.3.1. Definição

Não existe uma definição formal para o conceito de SIG, até porque o mesmo se tem alterado tão rapidamente quanto a evolução tecnológica e aplicações desenvolvidas. De qualquer modo, podemos considerar um SIG, como um sistema através do qual se relaciona a informação relativa às características dos objetos em estudo com a sua posição geográfica na superfície terrestre.

Um SIG poderá ainda ser considerado como um sistema composto por *hardware*, *software* e procedimentos, produzido para suportar a captura, gestão, manipulação, análise, modelação e visualização de informação georreferenciada, possibilitando a resolução de problemas complexos de planeamento e gestão que envolvem a execução de operações de análise espacial.

3.3.2. Componentes

O SIG apresenta como principais componentes: *software* (programas de desenho assistido por computador, base de dados, processamento de imagem, modelação do terreno, entre outros); *hardware* (computador e seus componentes, impressora, *scanner*, *plotter*, GPS, entre outros), físicos (sala, equipamento mobiliário e equipa de trabalho), procedimentos e dados. A articulação entre estes componentes é fundamental para o bom desempenho de um SIG.

3.3.3. Funcionalidades

A informação no SIG está disposta em camadas temáticas que se interrelacionam entre si por via geográfica. Os dados, constituintes da informação, podem ser editados, alterados e atualizados.

Os dados agrupam-se em três componentes:

- **Componente não-espacial** – atributos (nome e tipo de variável);

- **Componente espacial** – localização espacial do objeto associada a propriedades geométricas e topológicas;
- **Componente temporal** – momento de recolha dos dados e sua validade no tempo.

O SIG apresenta as seguintes funções fundamentais:

- **Introdução de dados:** processos destinados a introduzir dados sob a forma de informação digital, alfanumérica ou textos. Inclui funções de conversão entre diferentes formatos e processos de digitalização.
- **Armazenamento e gestão de dados:** função de armazenamento e organização das bases de dados;
- **Visualização de dados:** identificação visual de relacionamentos espaciais de vizinhança, conexão e proximidade. Importante para efeitos de análise exploratória de dados;
- **Edição e manutenção dos dados:** funções de transformação; projeção de plantas, cartas ou mapas, atualização e eliminação de dados;
- **Análise dos dados:** análise integrada de dados gráficos e alfanuméricos através de funções de consulta e pesquisa, classificação, medição e de estabelecimento de relacionamentos espaciais de vizinhança, conexão e proximidade;
- **Saídas dos dados:** as funções de saídas dos dados e sua apresentação sob a forma de plantas, cartas, mapas, relatórios ou gráficos, inclui, por exemplo, a colocação de títulos, legendas, escalas, texto associado a elementos gráficos ou a introdução de símbolos gráficos.

Através da análise e tratamento de dados o SIG gera novos dados e consequentemente informação relevante para a tomada de decisão. Esta capacidade distingue claramente o SIG de outros sistemas como o desenho assistido por computador ou a produção de cartografia em que apenas é possível o acesso a dados previamente registados. Na verdade, o SIG permite estabelecer relações e processos que articulam e conjugam diferentes *layers* de informação de forma a, nomeadamente:

- Realizar diagnósticos territoriais adequados e multidisciplinares nas várias componentes de análise consideradas;
- Elaborar cenários alternativos de suporte aos processos de decisão sobre os diferentes componentes do sistema territorial;
- Definir modelos territoriais (Bento, 2012).

Por conseguinte, o SIG apesar de se relacionar com os sistemas descritos abaixo, não pode ser identificado como similar:

- **CAD:** destaca-se pelo seu poder de representação gráfica;
- **Cartografia digital:** produção de plantas, cartas e mapas em formato digital;
- **Deteção remota:** armazenamento, manuseamento e visualização de dados em formato *raster*;
- **Bases de dados:** disponibilização de atributos não espaciais apresentados de forma estruturada (Cunha, 2009).

As operações de análise espacial realizadas pelos SIG, obrigam frequentemente ao tratamento de um grande volume de dados com recurso a algoritmos frequentemente complexos. Face ao descrito, o *hardware* utilizado deverá ter uma capacidade de processamento relativamente elevada, para que a aquisição de dados geográficos e alfanuméricos, o seu armazenamento, a sua gestão e análise e a apresentação da informação geográfica sob a forma de mapas, relatórios ou gráficos, possam ocorrer de forma eficiente e com a qualidade desejada.

3.3.4. Representação geométrica dos fenómenos geográficos

Os fenómenos geográficos, tais como, o cadastro rústico ou de infraestruturas, os tipos de solo, dados bioclimáticos, entre outros, podem ser representados sob dois grandes tipos de representações geométricas: a matricial e a vetorial.

Na representação matricial (ou *raster*) é utilizada uma malha composta por células regulares geralmente quadradas, sobre a qual se constrói célula a célula, o elemento ou espaço que se pretende representar. A cada uma dessas células é atribuído um código único relativo ao atributo estudado. Quanto mais for a dimensão de cada célula (resolução) menor a precisão do elemento ou espaço representado. Na representação vetorial são utilizados elementos matemáticos relativamente posicionados a um sistema de eixos, para modelar a localização das entidades. Nesta representação, qualquer entidade ou elemento gráfico é reduzido a três formas básicas: pontos, linhas e polígonos.

Ao nível da representação vetorial as representações codificadas de maior relevância são a *shapefile* e as *geodatabases*.

Desenvolvido pela ESRI, a *shapefile* é um formato vetorial que armazena a localização, a forma e os atributos da entidade geográfica representada. Este formato não guarda relações topológicas, pelo que, ocupa menos espaço de armazenamento no disco e é mais facilmente editável. A *shapefile* é composta por diversos ficheiros, sendo três o número mínimo para que

possa funcionar, a que correspondem as seguintes extensões: (i) **shp** – armazena as entidades geométricas; (ii) **shx** – armazena os índices das entidades geométricas; (iii) **dbf** – o ficheiro dBASE guarda a informação relativa aos atributos da entidade (ESRI, 1998).

Conceito criado pela ESRI, a *geodatabase* é um modelo que permite o armazenamento da informação geográfica seja através de arquivos dentro de um sistema de ficheiros ou através de um conjunto de tabelas num SGBD [Sistema de Gestão de Base de Dados (*Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, IBM DB2*)]. Trata-se de uma base de dados relacional que apresenta algumas características especialmente desenvolvidas para suportar a componente geográfica. De entre estas características, salientam-se as seguintes:

- Definição e imposição de regras topológicas, bem como, de diversos modelos de análise, para efeitos nomeadamente de validação que outras estruturas de dados mais simples não permitem;
- Gestão de dados centralizada num único repositório o que facilita a administração e replicação de dados e a escalabilidade;
- Associada a *software* SGBD ou DBMS (*Database Management System*) em inglês, permite realizar simultaneamente tarefas de edição por vários utilizadores.

Alguns SGBD evoluíram e dispõem atualmente de extensões específicas para armazenamento e análise de dados geográficos. Desta forma tornou-se possível o estabelecimento de sistemas clientes com acesso a dados espaciais numa base de dados centralizada, tanto num servidor como num *cluster* (Faria, 2006).

De entre alguns SGBD que permitem o tratamento de dados geográficos e ao nível das soluções proprietárias podemos destacar o *Oracle Spatial* da *Oracle* e o *DB2 Spatial Extender* da *IBM*. Ao nível dos sistemas não proprietários podemos considerar como mais relevantes o *PostgreSQL* que dispõe de um módulo específico para tratamento de dados geográficos vetoriais denominado *PostGIS* e o *MySQL* que dispõe de uma extensão denominada *MySQL with Geometry Types*, genericamente com os mesmos objetivos.

3.4. WebSIG

A evolução da *internet* como plataforma global para a disseminação e partilha de informação foi acompanhada, no contexto geoespacial, pelo desenvolvimento de novas técnicas de aquisição, análise e partilha de informação geográfica e de serviços baseados na localização e mapeamento *online* (Almeida, 2015). Por conseguinte, os SIG deixaram de ser sistemas

fechados e centralizados em *desktops* assistindo-se ao desenvolvimento de um novo conceito denominado por SIG Distribuídos (SIGD) (Gomes, 2012).

A evolução dos SIG está manifestamente associada à evolução das TI (tecnologias de informação). Os SIG iniciaram o seu percurso como SIG em *Mainframe* passando para os tradicionais SIG de *Desktops* e recentemente para SIG Distribuídos, nos quais se incluem os *WebSIG* (SIG distribuídos pela *internet*) e os SIG móveis (Figura 3):

- SIG em *Mainframe* – o SIG é acedido através de terminais remotos a um computador central onde está instalado o *software* SIG;
- SIG de *Desktops* - o *software* SIG está instalado num computador pessoal, não existindo partilha de informação. Quando há computadores em rede, a partilha de dados e aplicações é efetuada pelo *software* SIG de cada um deles;
- SIG Distribuídos – Não dependem da existência de *software* SIG instalado em computadores pessoais e por consequência não necessitam que o utilizador instale qualquer licença de *software* SIG no seu computador (Barriguinha, 2008).

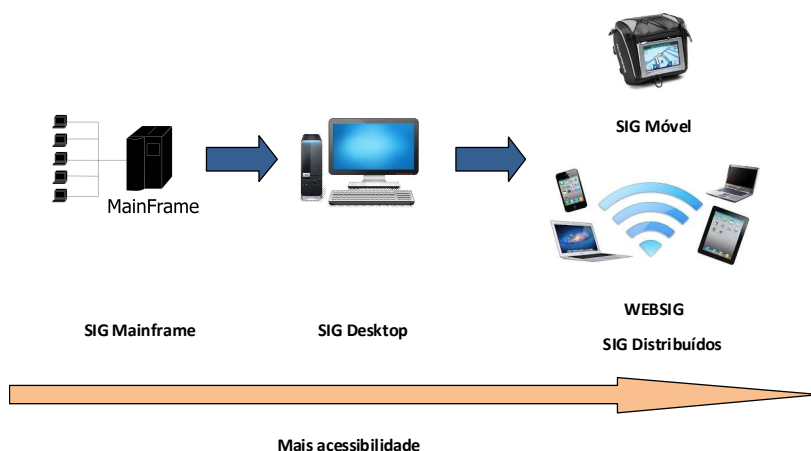


Figura 3 - Evolução dos SIG [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].

As aplicações SIGD integram sistemas que disponibilizam funções que variam desde o acesso a mapas estáticos ou dinâmicos e interativos personalizados, até sistemas SIG globais em rede, onde, através de *software* que pode ser acedido remotamente, utilizadores e serviços partilham dados e recursos (Almeida, 2007). Os vários níveis de complexidade inerentes às diferentes aplicações que permitem o acesso partilhado a dados geoespaciais *online* e já

referido comumente por SIGD, têm sido denominados por terminologia variada como: *internet GIS*, *WebMapping*, *Web-based GIS* ou *WebGIS* (Figura 4).

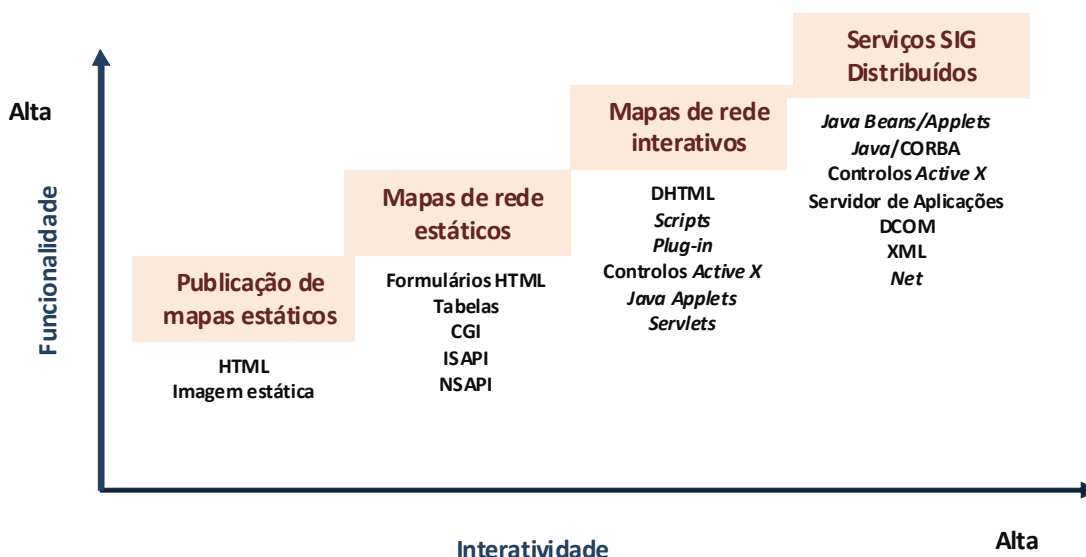


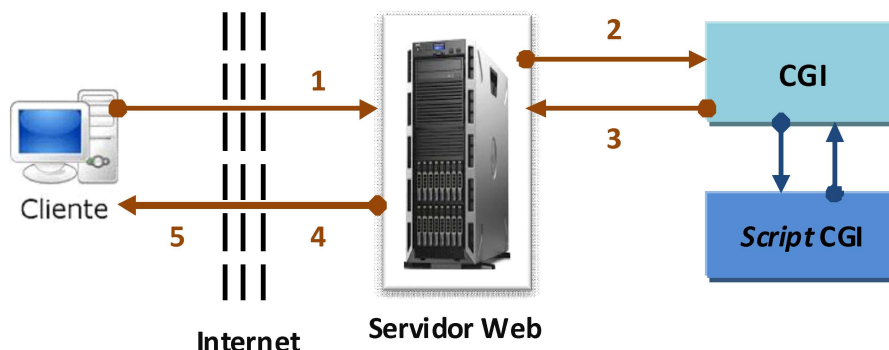
Figura 4 - Funcionalidade e interatividade dos SIGD [Adaptado de (Gomes, 2012)].

Os *WebSIG* assumem-se progressivamente como uma ferramenta imprescindível na gestão de perímetros de rega, já que para além das vantagens inerentes aos SIG de *Desktops*, permitem que diferentes tipos de utilizadores através de níveis de acesso diferenciados, possam aceder, consultar, produzir e/ou alterar dados relacionados com o perímetro de rega, sem que para o efeito necessitem obrigatoriamente de conhecimentos avançados e de licenças de *software* SIG. De qualquer modo, estas aplicações poderão ter tempos de resposta às solicitações dos utilizadores muito dependentes de diversos fatores, tais como a capacidade de ligação à *internet*, a capacidade de processamento, o volume e o tráfego de dados.

3.4.1. Arquiteturas *WebSIG*

Segundo Chang *et al* (2006), citado por Barriguinha (2008), a implementação dos *WebSIG* assentam genericamente em três tipos de arquiteturas: baseadas no servidor, baseadas no cliente e baseadas em arquiteturas híbridas.

Na arquitetura baseada no servidor, o cliente efetua as solicitações ao servidor que por sua vez as processa e devolve os dados ou a solução pedida ao cliente (Figura 5).



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor via *browser*
- 2 – O servidor processa o pedido e envia a informação para um *script CGI*
- 3 – O resultado é devolvido ao servidor
- 4 – O servidor envia a resposta ao cliente
- 5 – O cliente visualiza a informação no seu browser

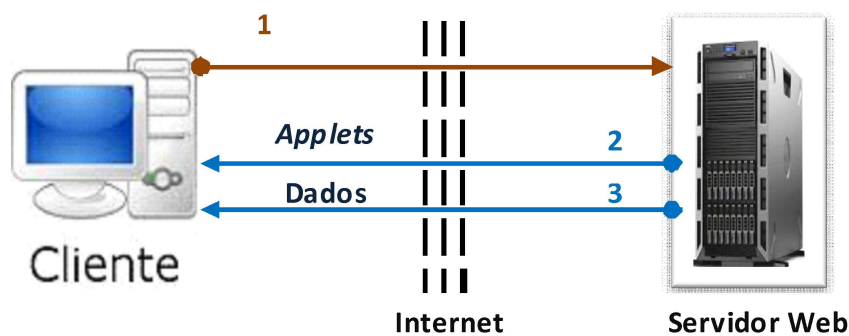
Figura 5 - Arquitetura baseada no servidor [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].

A arquitetura baseada no servidor requer uma capacidade de processamento baixa por parte do cliente, dado que este apenas necessita de efetuar pedidos e visualizar respostas. Esta estratégia centra-se no fornecimento de dados e análises a pedido, através de um servidor com acesso e capacidade de processamento dos dados por intermédio de *software* adequado (Quadro 2). Os programas utilizados para permitir os pedidos dos utilizadores podem ser escritos em diversas linguagens de programação, tais como *Pearl*, Visual Basic ou C⁺⁺. Na comunicação entre o servidor *web* e as aplicações SIG, as interfaces mais vulgares são os CGI (*Common Gateway Interface*), *Java*, ISAPI (*Internet Server Application Programming Interface*) e NSAPI (*Netscape Server Application Programming Interface*) (Barriguinha, 2008).

Quadro 2 - Repartição das tarefas na arquitetura baseada no servidor.

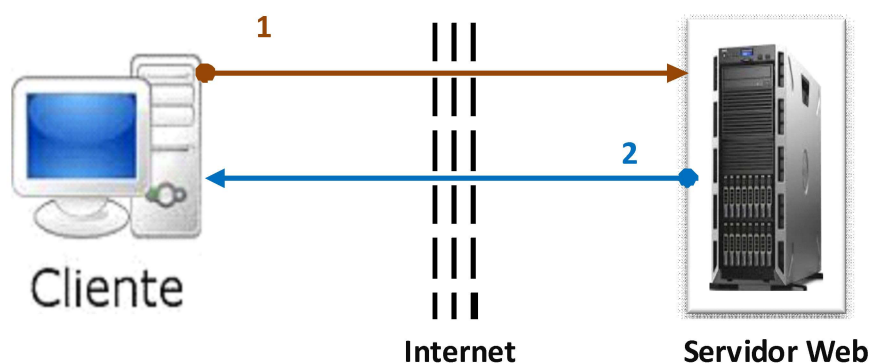
Tarefas	
Cliente	Servidor
Visualização	Navegação Pesquisa Análise Desenho de mapas

A arquitetura baseada no cliente permite ao utilizador manipular os dados e realizar análises a partir do seu computador. Existem duas variantes neste tipo de estratégia: **(1)** *Applets* SIG distribuídos a pedido do cliente (Figura 6); **(2)** *Applets* SIG e aplicações *Plug-in* residentes no cliente de forma permanente ou semipermanente (Figura 7) (Barriguinha, 2008).



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor via *browser*
- 2 – O servidor processa o pedido e devolve a informação pedida
- 3 – Os dados são processados no computador do cliente

Figura 6 - Arquitetura baseada no cliente [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor via *browser*
- 2 – O servidor processa o pedido e devolve a informação pedida

Figura 7 - Arquitetura baseada no cliente [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].

No primeiro caso (Figura 6), as aptidões SIG são descarregadas no cliente sob a forma de pequenos programas ou *applets* a pedido deste e à medida das necessidades do utilizador. Estes programas são escritos em linguagem *Java*, *Javascript* ou *ActiveX* e, uma vez instalados no computador, o utilizador pode trabalhar de forma independente do servidor. No segundo caso (Figura 7), é efetuada a transferência de *applets* e *Plug-in* para o computador do cliente, de forma permanente ou semi-permanente, evitando-se assim o que ocorre na primeira variante de arquitetura, ou seja, os *downloads* de pequenos programas ou *applets* sempre que a aplicação é usada (Barriguinha, 2008).

Nas estratégias baseadas no cliente tenta-se dividir o trabalho entre o servidor e o cliente, já que parte das ferramentas de SIG são descarregadas no cliente e o trabalho do respetivo processamento ocorre no seu computador (Quadro 3).

Quadro 3 - Repartição das tarefas na arquitetura baseada no servidor.

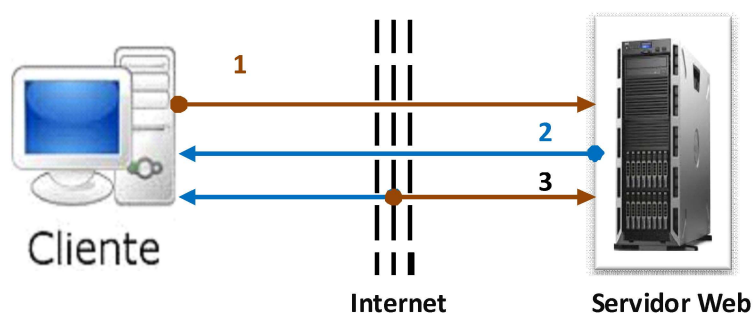
Tarefas		
Cliente		Servidor
Visualização		Pesquisa
Navegação		Análise
Pesquisa		Desenho de mapas

No Quadro 4 apresentam-se as principais características das tecnologias de programação para as arquiteturas baseadas no servidor e no cliente.

Quadro 4 - Principais características das tecnologias de programação para as arquiteturas baseadas no servidor e no cliente (Barriguinha, 2008).

Arquitetura	Tecnologia	Características principais
Servidor	CGI	<ul style="list-style-type: none"> • Programa externo ligado ao servidor • Criação de conteúdos dinâmicos em outputs HTML • Interface limitado: inputs do utilizador baseados em formulários HTML • Fraca performance: novo processo por cada pedido do utilizador
		<ul style="list-style-type: none"> • Extensão genérica para servidor: melhora as funcionalidades
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Applet</i> do lado do servidor • Performance do CGI melhorada em pedidos frequentes
		<ul style="list-style-type: none"> • Adiciona interações simples a <i>outputs</i> estáticos enviados pelo servidor
Cliente	<i>Plug-in</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de <i>software</i> para tipos de ficheiros específicos • Depende da plataforma do cliente • Deve ser instalado previamente
	<i>ActiveX</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Semelhante ao <i>Plug.in</i> • Disponível apenas para o <i>browser Microsoft Internet Explorer</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • Independente da plataforma
	<i>Applet Java</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Descarregado do servidor juntamente com os dados • Interface do utilizador avançada • Algo lento

A arquitetura híbrida procura combinar os processos do servidor e do cliente de forma a otimizar a sua eficiência, respondendo simultaneamente a necessidades específicas dos utilizadores (Figura 8) (Barriguinha, 2008).



- 1 – O cliente envia um pedido ao servidor via *browser*
- 2 – O servidor processa o pedido e devolve alguma informação e *applets*
- 3 – Interação contínua e transferências

Figura 8 - Arquitetura híbrida [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].

A arquitetura híbrida mitiga as desvantagens da arquitetura baseada no servidor (ex. baixa performance e interação; qualidade insuficiente dos mapas) e da arquitetura baseada no cliente (ex. tráfego muito elevado na *internet*; incapacidade no tratamento de dados mais complexos), tentando potenciar globalmente a qualidade gráfica dos mapas produzidos e a interação e performance do sistema, nomeadamente através do contrabalanço da carga de trabalho.

Segundo Chang *et al* (2006), citado por Barriguinha (2008), nas arquiteturas híbridas o servidor gere maioritariamente tarefas como o armazenamento, extração, processamento de dados e a produção de mapas. O cliente gere a apresentação, a interação, a interface do utilizador e a manipulação interativa de mapas (Quadro 5).

Quadro 5 - Repartição das tarefas na arquitetura híbrida [Adaptado de (Barriguinha, 2008)].

	Tarefas	Cliente	Servidor
Manipulação de dados	Armazenamento		X
	Extração		X
	Processamento	X	X
Gestão de mapas	Construção	X	X
	Apresentação	X	
	Manipulação	X	
Interatividade do utilizador	Interações	X	
	Interface	X	

3.5. Ferramentas para a gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas

São várias as ferramentas de gestão com aplicação SIG desenvolvidas para diversos AH. O tipo de arquiteturas é variável, os modelos de dados relacionais em que assentam vão desde os mais simples até aos de maior complexidade. De qualquer modo, quaisquer que sejam as ferramentas desenvolvidas, elas terão de ter em conta as características próprias de cada AH que podem variar significativamente. Segundo Ramos & Merino, 2008, citado por Bello, 2008, a gestão da água de rega é condicionada por diversos fatores, entre os quais se destacam:

- **História do regadio** – idade, de iniciativa privada ou pública;
- **Fatores socioeconómicos** – idade, formação, grau de dedicação dos beneficiários;
- **Fatores geofísicos** – características edafoclimáticas, disponibilidade de recursos (águas superficiais ou subterrâneas, quantidade, qualidade);
- **Estrutura fundiária** – minifúndio, latifúndio;
- **Infraestruturas do AH e sistemas de rega a jusante:**
 - **Técnicas de regadio a jusante:** gravidade, aspersão, localizada;
 - **Tipo de rede de distribuição:** pressão, gravidade;
 - **Gestão da procura:** turnos ou setores, procura, mista;
 - **Topologia da rede:** ramificadas, emalhasadas, mistas;
 - **Modo de regulação:** (a) rede de captação e elevação para reservatórios de regulação, independentes da rede de distribuição; (b) rede de captação e elevação para reservatórios de regulação, como parte da rede de distribuição; (c) injeção direta na rede de distribuição a partir de grupos de bombagem em reservatório; (d) rede de rega com múltiplos pontos de captação e várias obras de regulação interconectados na rede de distribuição.

Os beneficiários do AHVV adotam as três principais técnicas de regadio, com especial incidência para a rega por gravidade no caso de hortícolas e de rega localizada no caso da vinha, olival e pomares.

A rede de distribuição enterrada e sob pressão, funciona em situações normais sem recurso a grupos de bombagem. Em situações de seca prolongada, é possível recorrer, via três grupos

de bombagem, à albufeira de Salgueiro. A topologia da rede é ramificada e o modo de regulação é, na generalidade, de injeção direta na rede de distribuição.

Face ao descrito acima, uma ferramenta de gestão com aplicação SIG dita ideal para gestão de AH, deverá ter a capacidade de integrar dados diversos, dos quais se salientam: dados edafoclimáticos; cadastro rústico; cadastro das infraestruturas de captação, elevação e distribuição de água e características da água de rega. Adicionalmente, poderão ser agregados dados relativos aos sistemas de rega implantados nas parcelas/subparcelas pelos beneficiários e dados agronómicos das culturas nessas mesmas parcelas.

3.5.1. Dados edafoclimáticos

A disponibilização de dados meteorológicos das regiões regadas, dos consumos das culturas num dado período de tempo (ex. diário, semanal, quinzenal) relativamente a um determinado estado fenológico, constituem informações cruciais para que os agricultores possam programar a rega de forma eficiente, ajustando as dotações às necessidades das culturas. Tendo em conta que uma parte significativa dos agricultores e de associações de regantes não têm todos os recursos necessários para a determinação das necessidades hídricas das culturas ao longo do seu ciclo vegetativo, o fornecimento desta informação em diversos países está a cargo de diferentes organizações. Em Portugal, o SAGRA (Sistema Agrometeorológico para Gestão de Rega no Alentejo) desenvolvido e gerido pelo COTR (Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio) é um desses exemplos.

O SAGRA é composto por catorze estações meteorológicas automáticas ligadas a uma unidade central de armazenamento e processamento de dados denominada concentrador regional. Os dados recolhidos diariamente são armazenados e posteriormente tratados, de forma a serem disponibilizados com uma periodicidade semanal. A informação meteorológica é depois disponibilizada sob duas formas: **(a)** informação geral passível de ser utilizada para fins diversos; **(b)** informação dirigida, ou seja, relativa às necessidades hídricas das culturas produzidas no Alentejo, tendo por base, nomeadamente, os seus coeficientes culturais (K_c) e a evapotranspiração da cultura de referência (ET_o) determinada segundo o método de *Penman-Monteith* (Maia & Santos, 2008).

O canal utilizado pelo COTR para a disponibilização da informação meteorológica é a *internet* através do SAGRA-Net. Este serviço dá acesso direto à informação diária das

estações meteorológicas do SAGRA, oferecendo ainda a possibilidade de descarregar para o computador do utilizador a informação visualizada *online* (COTR, 2017).

Adicionalmente, o COTR disponibiliza uma ferramenta de apoio à tomada de decisão designada por MOGRA (Modelo de Gestão de Rega para o Alentejo). Esta ferramenta disponibiliza um calendário de rega ótimo e atualizado, permitindo ao regante acompanhar as necessidades hídricas das culturas tendo por base as informações disponibilizadas pelo SAGRA (COTR, 2017). Apresenta como dados de entrada: climáticos (velocidade média do vento a 2 m de altura, temperatura máxima do ar, ETo, humidade relativa mínima do ar e precipitação e/ou escoamento superficial); culturais (cultura, data de sementeira, altura máxima da cultura e profundidade radicular) e solos (água disponível e défice de gestão permissível) (Maia & Santos, 2008).

O MOGRA produz um gráfico de saída representativo do comportamento da água no solo ao longo da campanha de rega (Figura 9).

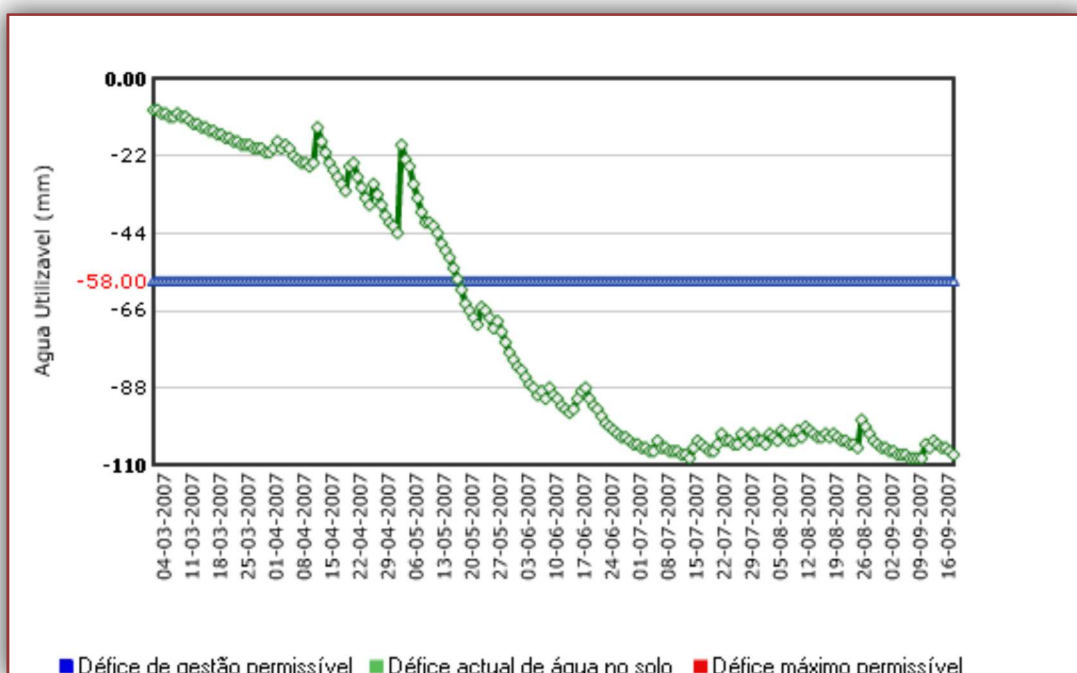


Figura 9 - Gráfico de saída produzido pela ferramenta MOGRA correspondente à evolução no tempo do teor de água no solo [Adaptado de (Maia & Santos, 2008)].

A linha verde indica, a dado momento, o teor de água no solo e a sua relação com a capacidade facilmente utilizável, definida de acordo com a linha azul que corresponde ao DGP (Défice de Gestão Permissível). A água facilmente utilizável pela cultura situa-se entre a

linha do DGP e o ponto de depleção zero que representa a capacidade de campo (Maia & Santos, 2008).

Entre os vários modelos de gestão de rega existentes, faz-se em seguida referência à aplicação ISAREG. A aplicação ISAREG simula o balanço hídrico do solo com rega. Permite calcular as necessidades de rega das culturas a partir de variáveis meteorológicas, das características dos solos e das culturas. A simulação pode ser realizada optando por um dos seguintes cenários: rega para a máxima produção, rega em situações de carência hídrica, rega com calendários pré-definidos e balanço hídrico sem rega. Pode ainda ser utilizado para fazer a avaliação da rega ou apenas para calcular a evapotranspiração de referência pelos métodos *FAO Penman-Monteith e Hargreaves Samani* (Teixeira, 2006).

A aplicação ISAREG realiza a simulação da rega a partir de dados meteorológicos históricos e está vocacionada para o planeamento e projeto. A aplicação equivalente ao ISAREG, mas vocacionada para a simulação com dados meteorológicos atuais e para a definição das dotações de rega em tempo real é denominada RELREG (Teixeira, 2017).

Nestas aplicações o cálculo das necessidades hídricas assenta numa aproximação simplificada do balanço hídrico do solo, considerando este um reservatório que recebe água através da precipitação, da rega ou da ascensão capilar e que perde água através da evapotranspiração das culturas, do escoamento superficial e/ou da drenagem profunda (Figura 10).

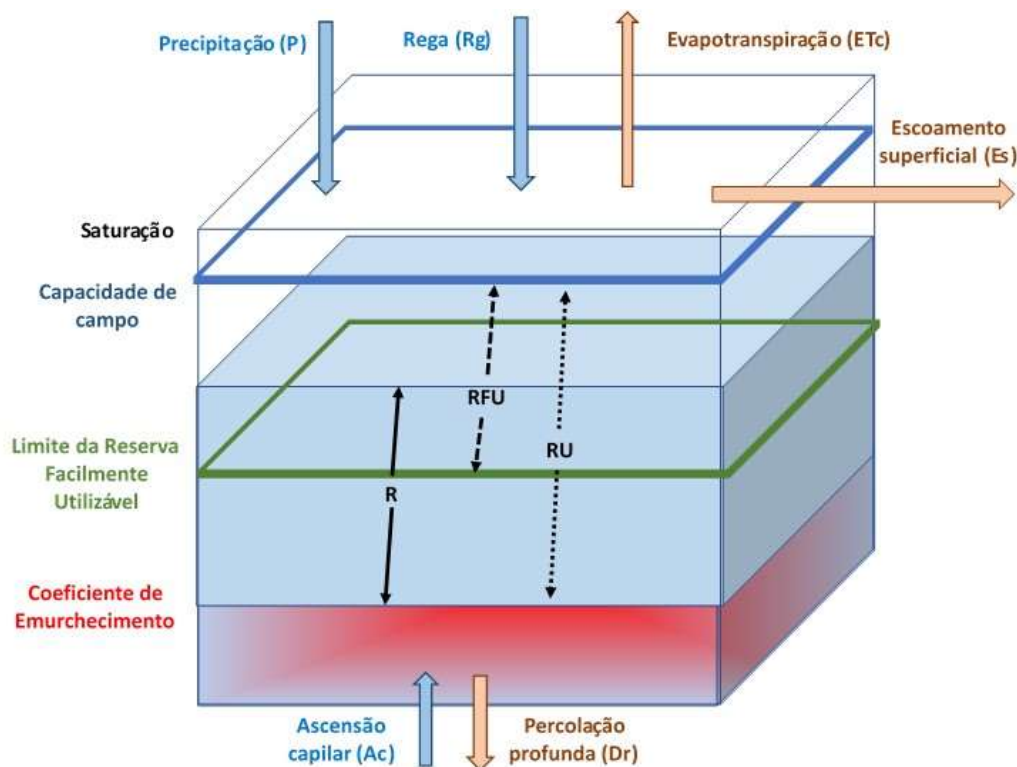


Figura 10 - Modelo simplificado de balanço hídrico do solo [Adaptado de (Oliveira, Maia, & Teixeira, 2004)].

No caso do RELEG, utiliza-se geralmente o intervalo de tempo de 1 dia, sendo introduzido o conceito de Precipitação Efetiva (P_e), subtraindo o escoamento superficial da precipitação. A rega (R_g) é a variável de controlo do sistema, cujo valor deverá ser tal que o valor da Reserva (R) se situe entre o Limite da Reserva Facilmente Utilizável e a Capacidade de Campo, conforme representado na Figura 10. Os restantes parâmetros para a realização do balanço são:

1. Parâmetros culturais:

- a. Fases do ciclo vegetativo;
- b. Profundidade do sistema radicular (z);
- c. Limite da Reserva Facilmente Utilizável/Déficé da Gestão Permissível (DGP);
- d. Coeficiente Cultural (K_c);

2. Parâmetros pedológicos:

- a. Capacidade de Campo (CC);
- b. Coeficiente de Emurchecimento Permanente (CEP) (Oliveira, Maia, & Teixeira, 2004).

A Figura 11 apresenta o diagrama simplificado do ISAREG.



Figura 11 - Diagrama simplificado da aplicação ISAREG [Adaptado de (Teixeira, 2006)].

De acordo com o esquema de rega proposto, das restrições potencialmente aplicadas e de considerar, quando aplicável, o valor do potencial de Ascensão Capilar (A_c), o ISAREG possibilita:

- Programar a rega, calculando o dia e o volume de cada rega (calendário de rega), a quebra de produção caso a cultura tenha estado submetida a stresse hídrico e o caudal fictício contínuo. Ao volume total de rega, de acordo com as condições referidas, é dada a designação de Necessidades Efetivas de Rega (NER);
- Determinar as Necessidades Globais de Rega (NGR), ou seja, as necessidades teóricas de rega obtidas independentemente do método de rega utilizado, desde que a cultura seja convenientemente abastecida de água;
- Avaliar o calendário de rega;
- Definir no âmbito do planeamento e projeto de rega, as necessidades anuais de rega e do caudal de ponta, através da produção de séries estatísticas destas variáveis (Teixeira, 2006).

O nível de tratamento prévio a que os dados edafoclimáticos foram sujeitos de forma a fornecerem informação que sustente a calendarização da rega irá condicionar o grau de conhecimento, as ferramentas e os meios que agricultores e/ou associações de beneficiários que acedem a essa mesma informação terão de ter, de forma a poder afetar a cada parcela a água necessária, tendo em conta as suas características agronómicas e dos sistemas de rega instalados.

3.5.2. Cadastro rústico e sua integração num SIG

Das várias categorias de dados que é necessário gerir num perímetro de rega, assume particular importância os inerentes à criação e manutenção do cadastro. O cadastro pode ser considerado como uma descrição oficial e sistemática de unidades de solo (ex. parcelas) numa determinada unidade territorial (ex. país). A cada parcela corresponde um identificador único. O cadastro é constituído por duas componentes: espacial e alfanumérica (Fortes, 2007). A componente espacial é, usualmente, constituída por uma representação dos limites das parcelas e do seu identificador único num mapa de grande escala. A componente alfanumérica corresponde à descrição dos atributos da parcela, salientando-se o identificador único (que permite a ligação dos registos alfanuméricos à componente espacial) e à área da parcela (Guilherme, 2008).

Independentemente da função do cadastro (jurídica, fiscal ou multifuncional) a componente espacial constitui o seu alicerce principal. Sendo o cadastro uma ferramenta essencial para a gestão e ordenamento do território, a georreferenciação da sua informação é fundamental. Se associarmos essa componente espacial à componente alfanumérica (atributos das entidades) então estamos em presença de sistemas cadastrais. Segundo Enemark (2005), citado por Guilherme (2008), um sistema cadastral é constituído pela identificação das parcelas de terreno aliada à informação correspondente à posse, uso e valor do solo, facilitando a gestão destas três áreas.

No cadastro dito tradicional, apenas a informação básica referente ao prédio (ex. identificação, limites, área, proprietário) é registada. Neste caso o objetivo principal consiste na criação de um registo de posse (função jurídica) passível de ser taxado (função fiscal), sendo a sua utilidade limitada em grande medida a estes dois aspetos. No caso de um cadastro multifuncional associado à informação tradicional do cadastro, encontra-se toda a informação territorial que à parcela diga respeito. Deste modo, a utilidade de um cadastro multifuncional

não se esgota nas esferas jurídicas e fiscais, mas também pode ser aplicada ao planejamento territorial, gestão de infraestruturas, planejamento de situações de emergência, entre outras (Guilherme, 2008).

A evolução do cadastro dito tradicional para o cadastro multifuncional, tem por base a utilização de ferramentas do tipo SIG, dado que estes sistemas permitem visualizar qualquer tipo de informação georreferenciada num mapa, permitindo também a sobreposição de informação de várias bases de dados. Simultaneamente é facilitador da utilização da informação por diferentes entidades e para múltiplos fins, podendo ser estabelecidos níveis de acesso diferentes de acordo com o tipo de utilizadores em causa. A aposta no cadastro informatizado permite torná-lo num polo aglutinador de informação, aumentando a rapidez e a qualidade de análise da mesma para suporte da tomada de decisão aos mais diversos níveis. Por outro lado, o cadastro desenvolvido em ambiente SIG ao explorar as funcionalidades dos sistemas de informação incorpora as vantagens daí decorrentes.

As principais dificuldades inerentes à caracterização cadastral a partir de um SIG são:

- **Conceção e implementação do sistema de informação** - o desenvolvimento da arquitetura geral e interoperabilidade do sistema assim como do modelo concetual com definição adequada das entidades, atributos e suas relações, que melhor se adequam às necessidades do cadastro a desenvolver exige disponibilidades financeiras, técnicas e de conhecimento (recursos humanos) nem sempre fáceis de conseguir;
- **Aquisição de informação de base:** a informação cadastral legal é na maior parte das situações insipiente na medida em que não existe informação espacial e quando existe está quase sempre desatualizada. Para além disso a informação gráfica, a existir, apresenta-se em muitos casos em papel.

A elaboração de cadastro rústico para efeitos de gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas tem sido abordada de diferentes formas. No caso da aplicação GestRegaSIG desenvolvida para o apoio à Gestão do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova o cadastro apresenta três tipos de camadas principais: “*prédio rustico*”, “*parcela*” e “*cultura parcela*”. O “*prédio rustico*” corresponde à área de terreno com identificação na matriz cadastral na Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha e serve de base para o cálculo da tributação de uma taxa de conservação e exploração. A camada “*parcela*” corresponde à área de terreno cultivada por uma entidade com consumo de água numa dada campanha de rega a partir de uma boca de rega. A camada “*cultura parcela*” corresponde à área ocupada por uma cultura

regada ou não, dentro de uma “*parcela*” numa campanha de rega (Fernandez, Monteiro, Frazão, & Simões, 2007). A aplicação GestRegaSIG foi também desenvolvida para utilização como ferramenta de gestão no Aproveitamento Hidroagrícola de Cova da Beira (Fernandez, et al., 2007).

No programa SIGAHC (Sistema de Informação Geográfica do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia) a definição dos limites das parcelas culturais no prédio, associado ao consumo de água nas parcelas, constituem a estrutura base da gestão do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia (Oliveira *et al*, s.d.).

O desenvolvimento da aplicação SIGJAL, ferramenta de gestão com aplicação SIG do Aproveitamento Hidroagrícola de Lucefecit, implicou, nomeadamente, a criação de um cadastro rústico de propriedade e de parcelas de rega (San-Payo & Jesus, s.d.).

No HuraGIS (Herramientas para el Uso Racional del Agua com el soporte de un GIS) o cadastro é composto por dois conceitos principais: a parcela e a subparcela. A parcela pertence a um proprietário e pode incluir áreas com diferentes utilizações. A área respetiva a cada utilização é denominada por subparcela. As subparcelas com utilização agrícola são aquelas que têm interesse particular para a gestão agronómica da rega. A parcela assume-se como a unidade jurídica de gestão (Bello, 2008).

No caso do SIGAH a componente cadastral assenta em três conceitos principais: prédio, parcela e subparcela. O prédio pertence a uma ou várias entidades denominadas proprietários e serve de base, nomeadamente, para a aplicação da taxa de conservação, caso a área correspondente esteja incluída no perímetro oficial do AH. A parcela pertence a uma única entidade denominada titular que é quem explora a área em causa, podendo ser proprietário ou não da mesma. As parcelas são classificadas em quatro categorias, assumindo particular importância para a gestão agronómica da rega a “Superfície Agrícola”. Por sua vez as subparcelas que compõem cada parcela poderão ser classificadas em várias classes de ocupação do solo de acordo com a categoria previamente definida para a respetiva parcela. Caso existam contadores instalados no AH, estes são afetos a cada uma das subparcelas regadas, sendo a taxa de exploração cobrada em função da contagem realizada pelo equipamento para o período em causa. Caso não existam contadores instalados, a taxa de exploração é cobrada em função da área e da classe de ocupação do solo correspondente a cada subparcela.

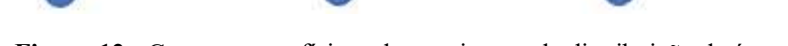
3.5.3. Cadastro de infraestruturas de rega e sua integração num SIG

O conhecimento das características das infraestruturas de um AH, onde se inclui o armazenamento, transporte e distribuição da água, bem como, as obras de enxugo, drenagem e de defesa dos terrenos de cultivo, é de extrema importância para a definição do modelo de gestão respetivo. Numa ótica operacional, o cadastro da rede de transporte e distribuição de água assume particular importância na gestão hidráulica de um AH. Trata-se da informação de base sobre a qual se operacionaliza a utilização racional dos equipamentos que constituem a rede de rega de forma a fornecer água com pressão, caudal e qualidade nas bocas, dentro dos parâmetros previstos, tendo em vista satisfazer as necessidades das culturas e com o menor consumo energético possível (Bello, 2008).

Face ao exposto, parte importante dos modelos de gestão de AH com aplicação SIG já desenvolvidos, centram-se no que às infraestruturas diz respeito, na identificação e caracterização dos componentes da rede transporte e distribuição da água, particularmente, nos troços de conduta, hidrantes e bocas de rega. A produção desta informação potencia a gestão eficiente das campanhas de rega e da rede nas suas vertentes de manutenção, gestão de incidentes e de intervenções. Como exemplo, a aplicação GestRegaSIG inclui um módulo denominado “Equipamento” que permite inserir, pesquisar e elaborar relatórios com informação acerca dos vários equipamentos que constituem a rede de rega. Adicionalmente, inclui o módulo designado por “Intervenções” que permite inserir, pesquisar e listar as intervenções efetuadas na rede de rega e o módulo “Afetação” que permite efetuar uma previsão das entidades e das respetivas parcelas que serão afetadas em caso de avaria num troço de conduta ou hidrante (Fernandez, et al., 2007).

Por outro lado, este tipo de cadastro é fundamental para a realização de simulações hidráulicas da rede de distribuição de água através da utilização de *software* apropriado.

Os modelos de simulação computacional, de sistemas de transporte e de distribuição de água, constituem-se como as ferramentas mais utilizadas e fiáveis quando se pretende efetuar o planeamento, projeto e diagnóstico do funcionamento de infraestruturas (Vilas-Boas, 2008). Na escolha do *software* de simulação hidráulica há que ter em conta, entre outros aspetos: se o mesmo é proprietário ou *open source* e a interoperabilidade com o SIG, nomeadamente ao nível da utilização da informação geográfica, da georreferenciação da rede e nas atualizações no modelo sem que ocorra duplicação da informação geográfica (Vaz, 2015).



Os **PNV** são também nós especiais da rede. Dispõem de capacidade de armazenamento

Os **nós** são os pontos da rede onde os troços se ligam entre si e onde a água entra e sai da rede (Vilas-Boas, 2008). Nos casos em que os **nós** são pontos de consumo, o EPANET permite defini-los como emissores. Os emissores pretendem simular o funcionamento real de um hidrante de uma rede de rega sem regulação prévia. Pode ainda ser utilizado para simular fugas na rede (Bello, 2008). O EPANET modela os dispositivos emissores como sendo uma propriedade do **nó** e não como um componente separado (Vilas-Boas, 2008).

As **condutas** são os troços que transportam água entre os diferentes pontos da rede. A aplicação considera que o escoamento ocorre em pressão em todas as tubagens, ao longo da simulação. O escoamento ocorre dos pontos com carga hidráulica mais elevada para os pontos com carga hidráulica mais baixa. O EPANET permite calcular as perdas de carga através da aplicação das três fórmulas mais utilizadas para o efeito (*Hazen-Williams*, *Darcy-Weisback*, *Manning*) e ainda incorporar pequenas perdas de carga através da utilização adicional de um coeficiente de perdas de carga (Bello, 2008).

As **bombas** correspondem a troços da rede que transferem energia para o escoamento, aumentando consequentemente a sua carga hidráulica (Vilas-Boas, 2008). O EPANET permite simular todo o tipo de bombas, sendo o escoamento através das mesmas sempre unidirecional (Bello, 2008).

As **válvulas** correspondem a troços que procedem à regulação das condições de escoamento ao nível da direção, possibilidade de progressão, caudal e pressão, num determinado ponto da rede (Vilas-Boas, 2008). Do ponto de vista da modelação, as válvulas são troços especiais de comprimento nulo, que provocam uma perda de carga. Entre os tipos de válvulas modeladas pelo EPANET encontram-se as válvulas de borboleta, válvulas redutoras de pressão, válvulas de alívio e válvulas reguladoras de caudal (Vaz, 2015). As válvulas de secionamento e as válvulas de retenção não são modeladas como elementos individualizados, mas sim como atributos das condutas (Bello, 2008).

A integração do EPANET com uma aplicação SIG implica a existência de módulos ou extensões dessas mesmas aplicações. No caso da aplicação proprietária *ArcGIS*, a EPA desenvolveu a extensão PIPELINENET que permite efetuar simulações hidráulicas a partir do EPANET em ambiente SIG.

Um outro exemplo, é o *GHydraulics* que é um módulo de extensão da aplicação *opensource Quantum GIS*, programado em linguagem *Python* e que conjuntamente com o EPANET permite efetuar análises a redes de distribuição de água. Adicionalmente, dispõe da função de cálculo do diâmetro económico das condutas para um determinado caudal e permite escrever

ficheiros EPANET com extensão “inp”. O *GHydraulics* está disponível a partir do *Quantum GIS Plugin Repository* (QGIS, 2017).

Como exemplo de uma aplicação que permite o dimensionamento e simulação de redes de rega sob pressão a partir de um único interface temos o SIGOPRAM, desenvolvido pela empresa espanhola *Aigues del Segarra Garrigues, S.A*, no âmbito da instalação de cerca de 70.000 hectares de regadio público na região de Lérida, em Espanha. O SIGOPRAM compreende o *software* DIOPRAM, responsável pelo modelo de dimensionamento e o *software* EPANET, responsável pelo modelo de simulação. O *software* SIG utilizado é o ArcGIS, versão 10 ou superior (SIGOPRAM, 2017).

A Figura 13 representa a arquitetura do SIGOPRAM.

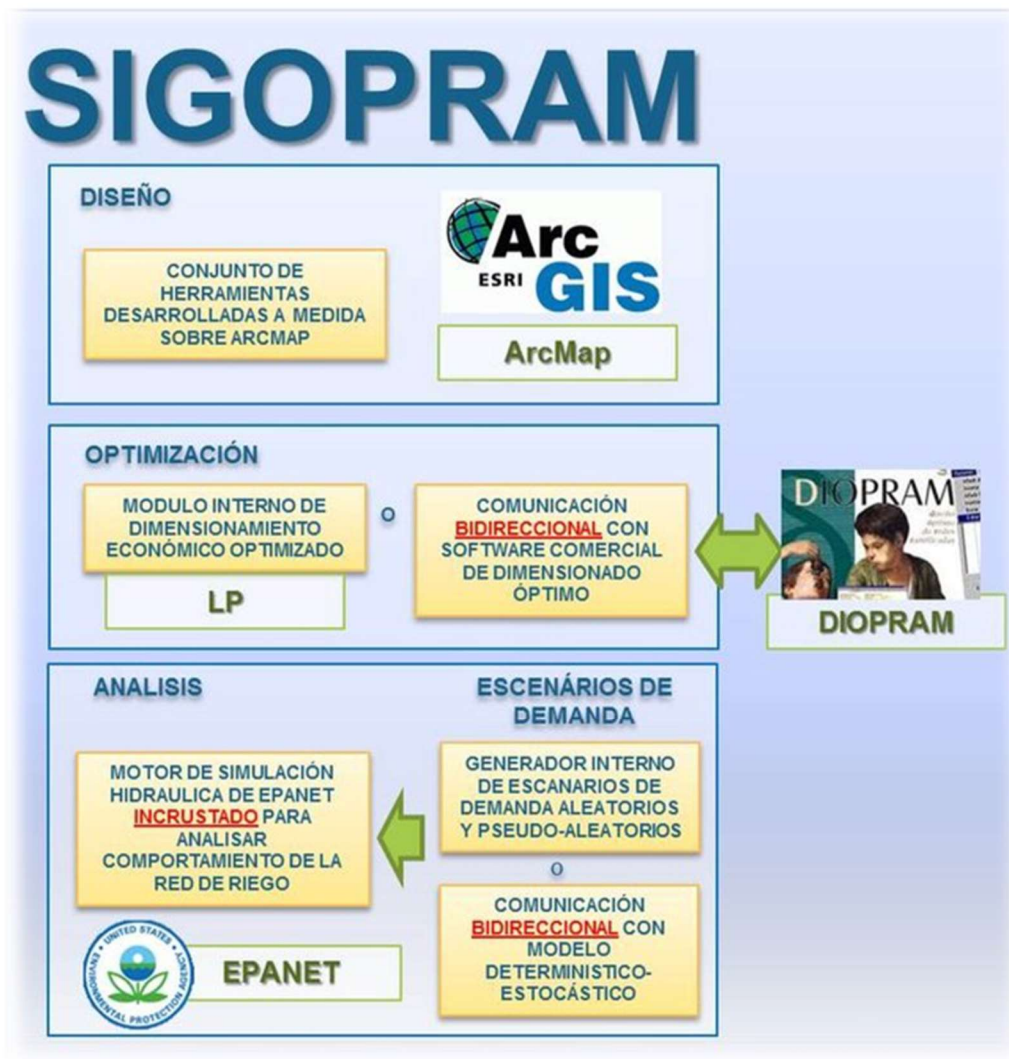


Figura 13 - Arquitetura da aplicação SIGOPRAM [Adaptado de (SIGOPRAM, 2017)].

Segundo Fluing (2003), citado por Martins (2013), o DIOPRAM foi desenvolvido pelo Grupo Multidisciplinar de Modelação de Flúidos da Universidade Politécnica de Valência para calcular o dimensionamento ótimo de redes de distribuição de água, de topologia ramificada com um único ponto de alimentação. Este *software* pode efetuar o dimensionamento de redes com várias centenas de nós, através da aplicação de um modelo de programação com funções de restrição económicas e funcionais, a nível de pressões de serviço, para além de outras variáveis hidráulicas estabelecidas pelo utilizador da aplicação SIGOPRAM (Martins, 2013).

3.5.4. Dados agronómicos

A generalidade dos sistemas de gestão dos AH com aplicação SIG, dispõem de informação cadastral acerca das culturas, contudo, essa informação não é em regra detalhada, ou seja, não identifica a espécie e variedade presente em determinada parcela/subparcela, ficando assim limitada a aplicação mais adequada dos coeficientes culturais para uma determinação precisa das necessidades hídricas.

A identificação da espécie e variedade em determinada área cultural pode ser implementada, por exemplo, durante as inscrições pelos beneficiários nas campanhas de rega, por fotointerpretação ou deteção remota.

A aplicação HuraGIS, dispõe de registo das culturas para a determinação das necessidades hídricas, assim como para a elaboração de plano de fertilização (Bello, 2008).

A aplicação SIGAH dispõe do módulo “Administração de Espécies” onde é possível editar espécies e variedades por perímetro de rega. No caso das espécies é possível definir, nomeadamente, a designação, o tipo de cultura (permanente ou temporária) e a Classe de Ocupação do Solo a que pertence. No caso da variedade é definida a designação e o respetivo código. Estes dados servirão de base para a caracterização cultural de cada subparcela inscrita em campanha de rega. O SIGAH não permite a determinação das necessidades hídricas.

3.5.5. Dados dos sistemas de rega

O conhecimento por parte das entidades gestoras dos AH das culturas instaladas nas parcelas/subparcelas, bem como do tipo de sistema de rega adotado associado, constitui informação estratégica para efetuar o planeamento e acompanhamento das campanhas de

rega, especialmente em situações em que é necessário efetuar uma gestão particularmente criteriosa da gestão de água, ou seja, situações em que a procura se aproxima ou excede a oferta num dado período de tempo, como são as situações de seca. Estas situações poderão implicar, por exemplo, a impossibilidade de inscrever numa dada campanha de rega áreas fora do perímetro oficial, a aplicação de rateio de água ou até na prática a impossibilidade de poder regar “à manta” ou por “sulcos”, métodos de rega ainda praticados no AHVV na rega de culturas hortícolas em propriedades de pequena dimensão.

Atualmente, e na generalidade, a escolha e gestão do tipo de rega utilizado nas parcelas/subparcelas, ou seja, a jusante das tomadas de água da rede de abastecimento e distribuição dos AH, é da responsabilidade dos regantes. Este facto pode conduzir a que por deficiente dimensionamento, instalação e/ou funcionamento do sistema de rega, ou ainda por deficiente gestão da rega por parte do regante, existam ineficiências na utilização da água, ainda que, os AH possam ser geridos de forma eficiente.

O conhecimento do sistema de rega instalado pelo regante na parcela/subparcela, da espécie e variedades instaladas, das condições edafoclimáticas existentes num dado período de tempo para a determinação das necessidades hídricas e dos consumos contabilizados pelo contador afeto à parcela/subparcela em causa e registados no *software* SCADA da telegestão, permite determinar, desde logo, se o beneficiário estará ou não a suprir de forma eficiente as necessidades hídricas da cultura em causa e ter uma primeira indicação acerca do estado de funcionamento do sistema de rega.

De qualquer modo, será sempre necessário proceder à inspeção regular dos sistemas de rega [ex. aspersão (aspersores, pivot, lateral móvel, canhão móvel ou enrolador); localizada (gota-a-gota; gota-a-gota subterrânea, microaspersão)], equipamentos de contagem, fertirrigação, filtração e bombagem incluídos, de forma a: **(a)** verificar o estado atual de funcionamento e compará-lo com as condições potenciais, traduzidas no projeto de execução; **(b)** informar os beneficiários relativamente às características de funcionamento dos equipamentos, determinando para o efeito as dotações de rega reais, a eficiência da aplicação e o coeficiente de uniformidade; **(c)** fornecer recomendações aos beneficiários no sentido dos mesmos implementarem as ações corretivas e de melhoria preconizadas.

As inspeções poderão ser promovidas pelas associações de beneficiários enquanto entidades gestoras dos AH, ao abrigo de contratos de prestação de serviços, devendo para o efeito dispor dos meios materiais e de auditores devidamente certificados para o efeito.

4. Caraterização da área de estudo

A informação e a cartografia apresentada neste capítulo resultaram do trabalho prático que suporta esta dissertação.

4.1. Localização

O AHVV dispõe de uma área aproximada de 2575 hectares, inserida no Vale da Vilariça e distribuída pelos concelhos de Vila Flor (freguesias de: Trindade, Santa Comba da Vilariça, União das Freguesias de Assares e Lodões, Sampaio, União das Freguesias de Vila Flor e Nabo), Alfândega da Fé (freguesia de Vilarelhos) e Torre de Moncorvo (freguesias de: União das Freguesias de Adeganha e Cardanha; Horta Vilariça, Cabeça Boa, Torre de Moncorvo) (Figura 14).

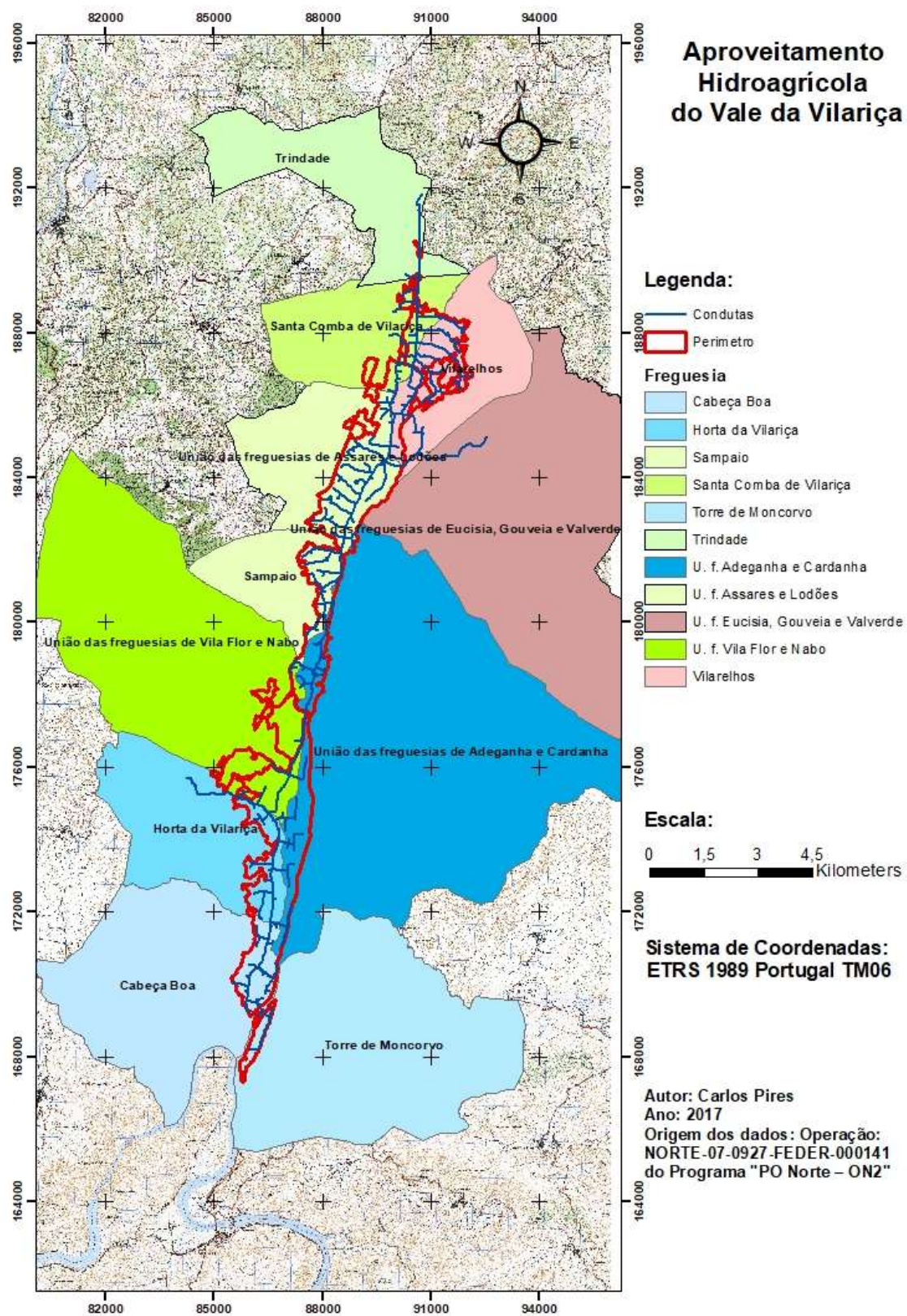


Figura 14 - Localização do AHVV.

O AHVV estende-se na direção norte-sul, numa extensão de cerca de 25 km, sensivelmente a nascente da aldeia de Valbom pertencente à freguesia da Trindade até à confluência dos Rios Douro e Sabor, tendo como eixo principal a Ribeira da Vilariça. A variação da altitude segue claramente uma tendência de diminuição à medida que nos deslocamos no sentido norte-sul, conforme se pode aferir através da Figura 15.

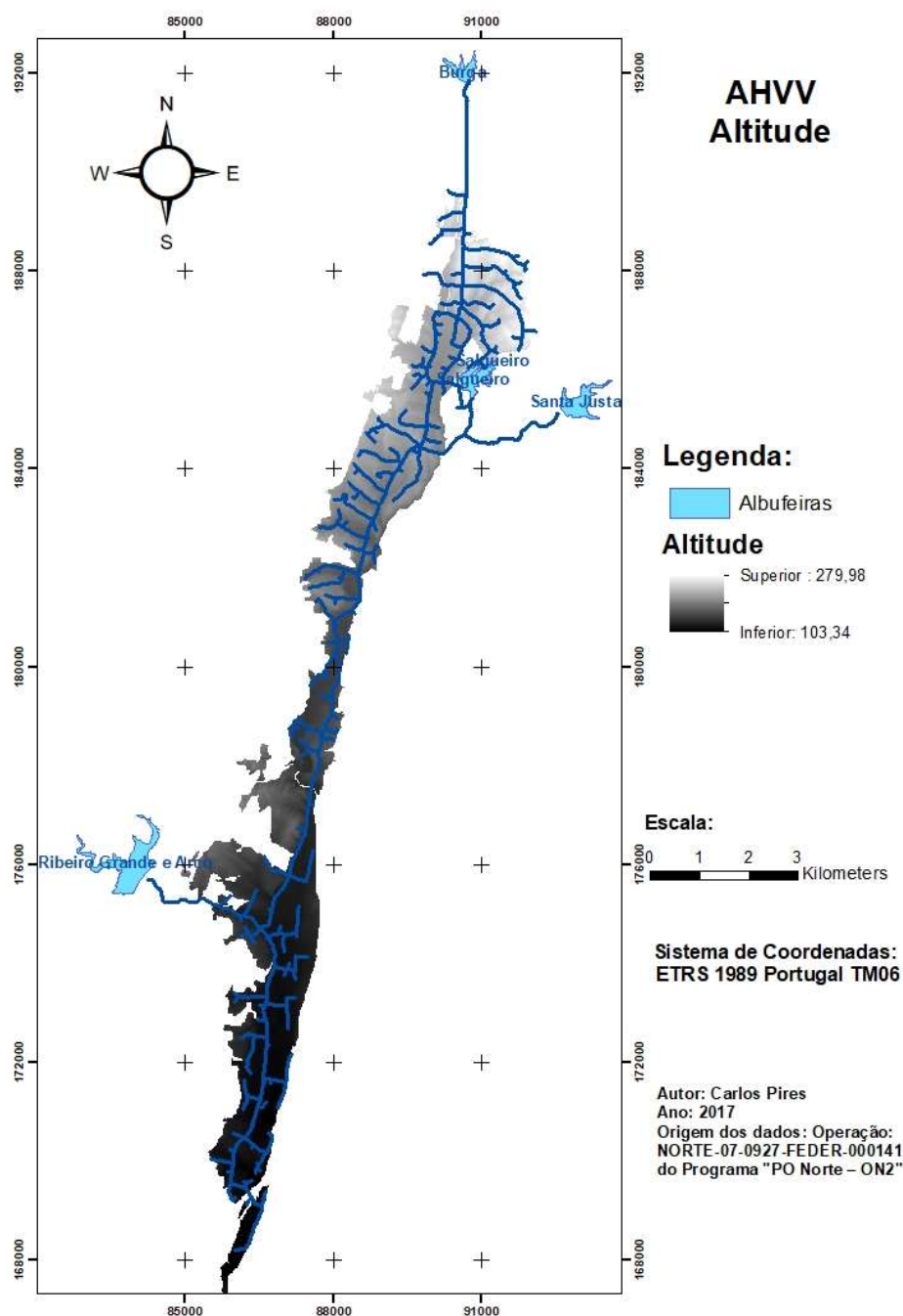


Figura 15 - Variação da altitude no AHVV.

O Vale da Vilariça tem uma área aproximada de 34000 hectares, englobando uma pequena planície aluvionar de 5000 hectares, da ribeira que lhe dá o nome, e que nasce a cerca de 25 km na Serra de Bornes. O Vale encontra-se instalado numa mega fratura ativa, que atravessa o distrito de Bragança com direção aproximada NNE-SSW, provinda da Galiza e que se prolonga pelo distrito da Guarda.

Como resultado das suas condições edafoclimáticas singulares, produz hortícolas, frutas, azeite e vinho de grande qualidade.

4.2. História

Principais momentos históricos do AHVV:

- Em 1940 iniciaram-se os primeiros estudos de carácter mais ou menos geral do que seria o atual AHVV.
- No início dos anos setenta do século passado os antigos blocos da Burga e do Salgueiro começaram a ser regados.
- Na primeira década deste século é realizada a construção dos Blocos Norte e Sul ao qual estão associadas duas novas barragens, respetivamente, Santa Justa e Ribeiro Grande e Arco. Neste mesmo período, ocorre a reformulação completa da rede de rega dos antigos Blocos da Burga e de Salgueiro, ficando este último integrado no Bloco Norte.
- No ano de 2009, a ABVV foi reconhecida pelo Ministério da Agricultura como Pessoa Coletiva de Direito Público através da Portaria nº 742/2009 de 10 de julho.
- No ano de 2013, o AHVV foi classificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2013, como obra do Grupo II, nos termos dos artigos 6º e 7º, do Decreto-Lei n.º 269/82, de 10 de julho.
- Em 2014 ocorre o alargamento do perímetro de rega em 241,7 hectares, por Despacho nº 5043/2014, de 9 de abril.
- Em 2015 é instalado o Sistema de Telegestão e construído um Açude de derivação no Ribeiro do Cerejal, na freguesia de Vilares da Vilariça e respetiva conduta de transporte de água para a albufeira da Barragem da Burga. Esta obra visou o reforço das afluências à Albufeira da Burga de cerca de 600000 m³, entre os meses de novembro a abril.

- No ano de 2015 procedeu-se à concessão da gestão do AHVV à ABVV, através do Despacho nº 11220/2015, de 7 de outubro.
- Em 2017 ocorre o alargamento do perímetro de rega em 17,5 hectares e a integração da Barragem da Ribeira da Freixeda no AHVV, por Despacho nº 3991/2017, de 10 de maio. Esta barragem ainda não dispõe a jusante de sistema de transporte e distribuição de água para regar a área referida, pelo que não será caracterizada no capítulo seguinte. A área de 17,5 hectares foi adicionada ao Bloco Norte.

4.3. Infraestruturas

O AHVV é atualmente composto por 3 blocos de rega: Burga (374 hectares), Norte (1042 hectares) e Sul (1159 hectares), tendo como origens da água de rega quatro albufeiras: Burga, Salgueiro, Santa Justa e Ribeiro Grande e Arco (Figura 16).

O Bloco da Burga estende-se aproximadamente, de norte para sul, entre a barragem da Burga e a estrada municipal EM587. O Bloco Norte tem como limite a norte a estrada municipal EM587 e termina a sul, sensivelmente na ponte da Junqueira. O Bloco Sul começa na Ponte da Junqueira e termina a sul na foz do Sabor.

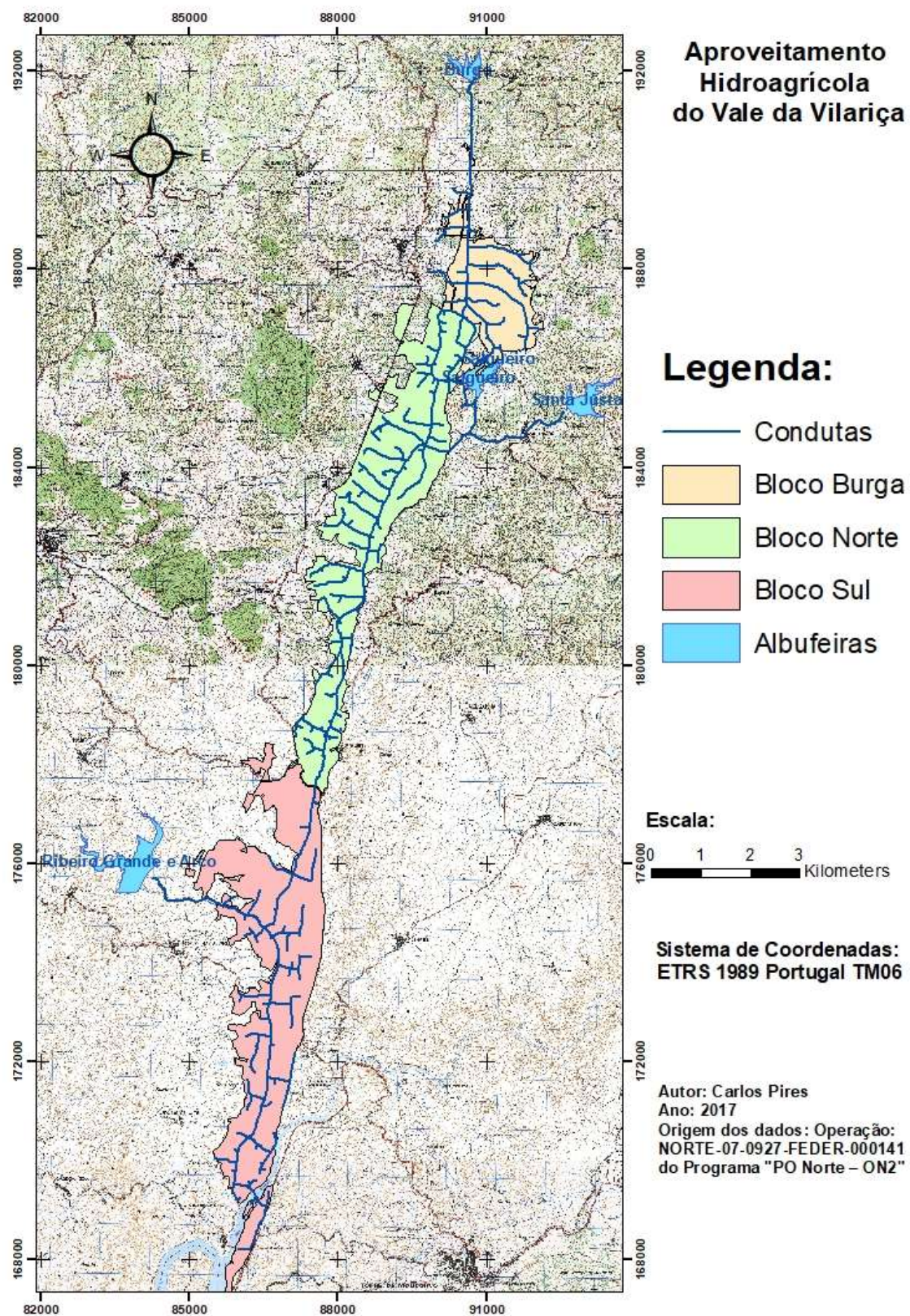


Figura 16 - Blocos de rega e origens da água do AHVV.

A barragem da Burga construída na ribeira e que serve o Bloco de rega com o mesmo nome, situa-se nas cabeceiras da Ribeira da Vilariça, na base da Serra de Bornes, a cota que permite a rega com carga natural resultante do desnível topográfico (Figura 17).

A barragem do Salgueiro foi construída no Ribeiro do Larinho, a uma cota que implica o recurso a uma estação elevatória para assegurar a rega a partir da respetiva albufeira. Através do recurso a três grupos de bombagem, é possível regar partes das áreas dos Blocos Norte e Burga. O recurso à água desta albufeira ocorre nas épocas em que os recursos hídricos disponíveis nas barragens da Burga e/ou Santa Justa sejam insuficientes ou quando as cotas piezométricas inerentes a esta última barragem não permitam a qualidade de funcionamento necessária (Figura 17).

A barragem de Santa Justa fornece água por gravidade ao Bloco Norte e está construída sobre a ribeira com o mesmo nome, afluente da margem esquerda da Ribeira da Vilariça (Figura 17). As barragens do Ribeiro Grande e Arco que em conjunto constituem uma única albufeira com o mesmo nome, estão construídas na zona de confluência do Ribeiro do Arco com o Ribeiro Grande e fornecem água por gravidade ao Bloco Sul (Figura 17).

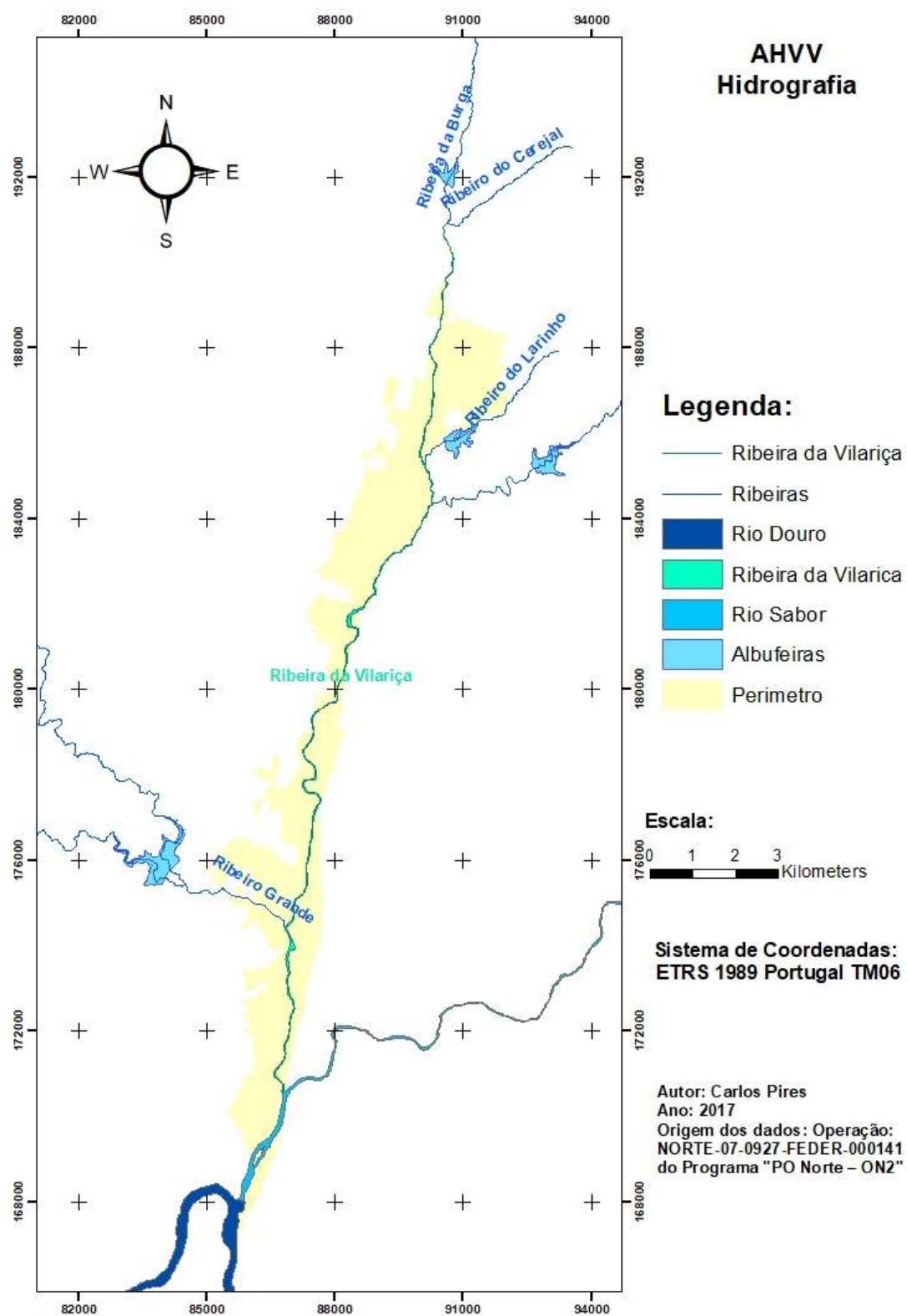


Figura 17 - Hidrografia geral afeta ao AHVV.

As redes de rega associadas a cada uma das albufeiras estão interligadas, de modo a permitir o abastecimento entre origens de água alternativas. Resumidamente, a gestão dos recursos hídricos é efetuada tendo em consideração os seguintes princípios gerais:

- Quando as barragens da Burga e Santa Justa se apresentem no NPA (Nível de Pleno Armazenamento), deverão ser transferidos caudais para a barragem do Salgueiro caso esta não se encontre à capacidade máxima, de modo a garantir o pleno armazenamento de toda a capacidade disponível;
- A ligação entre as barragens de Santa Justa e Salgueiro é efetuada a partir de ramal próprio com origem na conduta de adução da primeira e que termina na albufeira da segunda;
- A ligação entre as barragens da Burga e Salgueiro é efetuada a partir da interligação entre os sistemas de transporte e distribuição de água afetos aos Blocos da Burga e Norte;
- É possível, caso necessário, regar por gravidade o Bloco Norte a partir de água proveniente da Burga. Parte do Bloco da Burga poderá ser regado a partir de água proveniente de Santa Justa, quando esta foi direcionada para a albufeira de Salgueiro e a partir daí bombeada através da estação elevatória;
- Finalmente, é possível regar por gravidade o Bloco Sul a partir das barragens da Burga e Santa Justa.

Os princípios referidos acima estão intimamente relacionados com a orografia do terreno no Vale da Vilariça e particularmente no AHVV. Daí, em termos teóricos, ser possível à albufeira da Burga fornecer água a cerca de 25 km a Sul, na foz do Sabor. Tal não se verifica na prática, pois em caso de seca prolongada o desajuste da procura face à oferta ocorrerá com maior incidência no norte do AHVV.

De referir ainda que a barragem de Salgueiro tem atualmente um papel reduzido ao nível do regadio na Vilariça, dado que, por um lado, nenhuma da área potencialmente regada está unicamente dependente da sua albufeira, e por outro, os custos energéticos associados à bombagem de água a partir da mesma com recurso à estação elevatória acrescerem no custo final da água consumida.

Nos Quadros 6 a 9 são apresentadas as principais características relativas às barragens da Burga, Salgueiro, Santa Justa e Ribeiro Grande e Arco.

Quadro 6 - Principais características da Barragem da Burga.

Parâmetros	Unidade Física	Valor
Caraterísticas da barragem		
Tipo	Aterro com terra com perfil homogéneo	
Altura acima da fundação	m	35,0
Altura acima do terreno natural	m	28,0
Cota do coroamento	m	331,5
Comprimento do coroamento	m	353,0
Largura do coroamento	m	8,0
Banquetas jusante	unidade linear	2,0
Fundação	Xistos	
Volume de aterro	m³	436000,0
Caraterísticas da albufeira		
Área inundada ao NPA	m²	161000,0
Capacidade total	m³	1539000,0
Capacidade útil	m³	1383000,0
Volume morto	m³	156000,0
Nível de pleno armazenamento (NPA)	m	329,0
Nível de máxima cheia (NMC)	m	330,5
Nível mínimo de exploração (Nme)	m	307,0
Características da descarga de fundo		
Localização	Margem esquerda	
Tipo	Conduta sob o aterro	
Secção da conduta	m	1,5
Caudal máximo	m³/s	13,4
Controlo a montante	Comporta plana	
Controlo a jusante	Comporta segmento	
Dissipação de energia	Trampolim	
Características do descarregador de cheias		
Localização	Margem direita	
Tipo de controlo	Sem controlo	
Tipo de descarregador	Canal de encosta	
Desenvolvimento da soleira	m	32,0
Caudal máximo descarregado	m³/s	130,0
Dissipação de energia	Ressalto	

Quadro 7 - Principais características da Barragem do Salgueiro.

Parâmetros	Unidade Física	Valor
Caraterísticas da barragem		
Tipo	Aterro com terra com perfil homogéneo	
Altura acima da fundação	m	28,0
Altura acima do terreno natural	m	25,0
Cota do coroamento	m	223,5
Comprimento do coroamento	m	221,0
Largura do coroamento	m	8,0
Banquetas jusante	unidade linear	1
Fundação	Xistos e grauvaques	
Volume de aterro	m³	204000,0
Caraterísticas da albufeira		
Área inundada ao NPA	m²	220000,0
Capacidade total	m³	1800000,0
Capacidade útil	m³	1650000,0
Volume morto	m³	150000,0
Nível de pleno armazenamento (NPA)	m	222,0
Nível de máxima cheia (NMC)	m	222,5
Nível mínimo de exploração (Nme)	m	204,5
Características da descarga de fundo		
Localização	Margem esquerda	
Tipo	Conduta sob o aterro	
Secção da conduta	m	1,0
Caudal máximo	m³/s	5,0
Controlo a jusante	Válvula de seccionamento	
Dissipação de energia	Impacto	
Características do descarregador de cheias		
Localização	Margem direita	
Tipo de controlo	Sem controlo	
Tipo de descarregador	Canal de encosta	
Desenvolvimento da soleira	m	40,0
Caudal máximo descarregado	m³/s	29,0
Dissipação de energia	Ressalto	

Quadro 8 - Principais características da Barragem de Santa Justa.

Parâmetros	Unidade Física	Valor
Caraterísticas da barragem		
Tipo	Aterro com terra zonada	
Altura acima da fundação	m	39,3
Cota do coroamento	m	262,0
Comprimento do coroamento	m	284,0
Largura do coroamento	m	8,0
Banquetas jusante	unidade linear	3,0
Fundação	Xistos	
Volume de aterro	m ³	417000,0
Caraterísticas da albufeira		
Área inundada ao NPA	m ³	280000,0
Capacidade total	m ³	3476000,0
Capacidade útil	m ³	2723000,0
Volume morto	m ³	753000,0
Nível de pleno armazenamento (NPA)	m	259,0
Nível de máxima cheia (NMC)	m	260,6
Nível mínimo de exploração (Nme)	m	245,0
Características da descarga de fundo		
Localização	Margem direita	
Tipo	Conduta sob o aterro	
Secção da conduta	m	1,0
Caudal máximo	m ³ /s	1,9
Controlo a montante	Comporta plana	
Controlo a jusante	Jato oco	
Características do descarregador de cheias		
Localização	Margem esquerda	
Tipo de controlo	Sem controlo	
Tipo de descarregador	Canal de encosta	
Desenvolvimento da soleira	m	54,0
Caudal máximo descarregado	m ³ /s	160,0
Dissipação de energia	Salto de esqui	

Quadro 9 - Principais características da Barragem de Ribeiro Grande e Arco.

Parâmetros	Unidade Física	Valor
Caraterísticas da barragem		
Tipo	Aterro com terra zonada tripla: R. Grande + R. Arco + Portela	
Altura acima do terreno natural	m	36,9; 32,7; 7,0
Cota do coroamento	m	189,5
Comprimento do coroamento	m	247,7 + 253,7 + 113,1 = 614,5
Largura do coroamento	m	8.0
Banquetas jusante	unidade linear	3,0
Fundação	Xistos	
Volume de aterro	m³	501000,0
Volume total	m³	565000,0
Caraterísticas da albufeira		
Área inundada ao NPA	m²	596000,0
Capacidade total	m³	5387000,0
Capacidade útil	m³	4222000,0
Volume morto	m³	1643000,0
Nível de pleno armazenamento (NPA)	m	187,0
Nível de máxima cheia (NMC)	m	188,8
Nível mínimo de exploração (Nme)	m	156,0
Características da descarga de fundo		
Localização	Aterro da barragem do Arco	
Tipo	Conduta sob o aterro	
Secção da conduta – troço comum	m	1,0
Secção da conduta – derivação	m	0,4
Caudal máximo	m³/s	2,33
Controlo a montante	Comporta plana	
Controlo a jusante	Válvula de seccionamento	
Características do descarregador de cheias		
Localização	Lateral	
Tipo de controlo	Sem controlo	
Tipo de descarregador	Espessa truncada	
Desenvolvimento da soleira	m	62,0
Caudal máximo descarregado	m³/s	307,0
Dissipação de energia	Salto de esquí	

Uma outra infraestrutura de importância extrema para o AHVV e recentemente construída é o Açude no Ribeiro do Cerejal e respetiva conduta de transporte de água para a albufeira da Barragem da Burga. O açude é do tipo de betão – gravidade, implantado à cota 333,90 metros e tem uma altura máxima acima do leito do rio de 2,10 metros. A conduta, transporta os caudais desde a tomada de água até à albufeira da Barragem da Burga, e tem uma extensão total de 1822 m, com 500 mm de diâmetro (Figura 18).

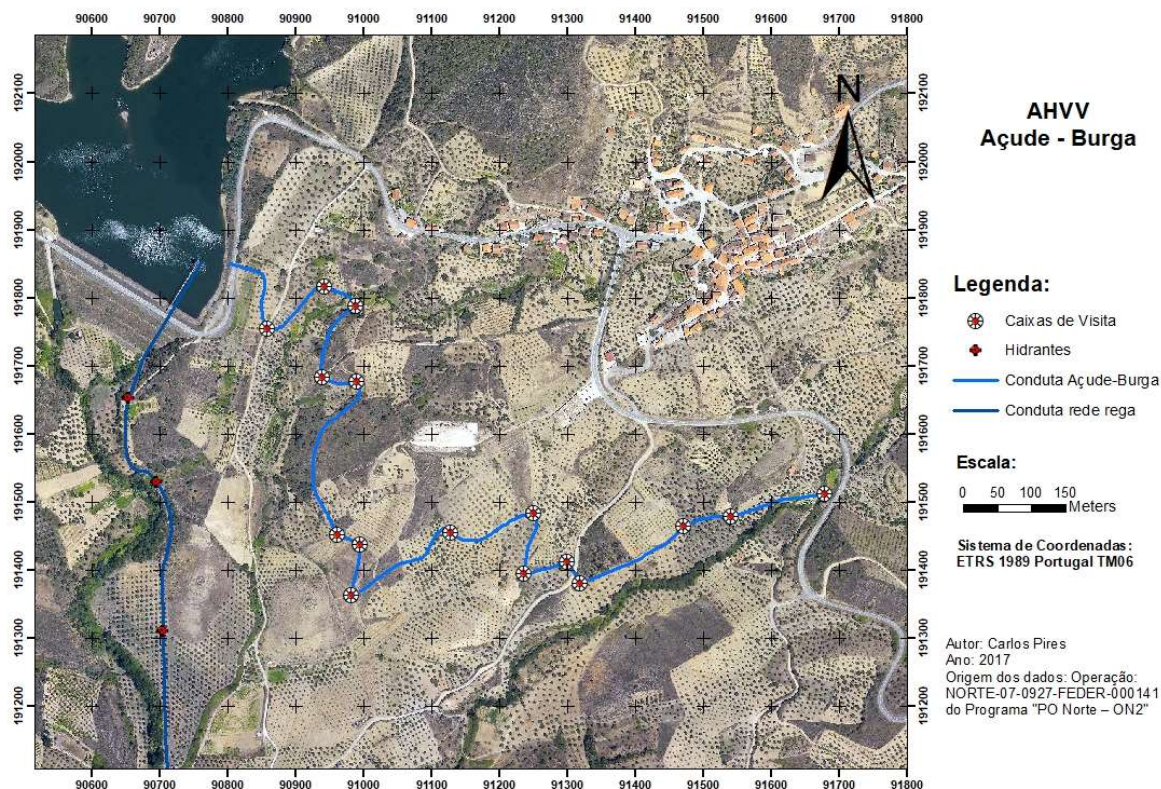


Figura 18 - Mapa representativo da localização do Açude do Ribeiro do Cerejal e da conduta de transporte e das respetivas caixas de visita.

A rede de distribuição e transporte é constituída por cerca de 29,5 km de condutas principais que constituem a rede primária e por 63,2 km de condutas afetas à rede secundária. As condutas são em FFD (ferro fundido dúctil) e PEAD (polietileno de alta densidade), com diâmetros variáveis entre 800 e 125 mm e classe de pressão PN 10.

A água para rega é distribuída sob pressão, através de 477 hidrantes de uma a quatro bocas de rega, de modo a garantir que os equipamentos de rega funcionem sem restrições de caudal e pressão mínima de cerca de 3,5 bar. Os caudais teóricos debitados por cada uma das bocas de rega variam, em geral, entre os 5 m³/hora e os 30 m³/hora.

O número total de bocas de rega ativas é de 998 às quais estão associados o mesmo número de contadores totalizadores ou gerais. Atualmente estão instalados 594 contadores diferenciais a jusante das bocas de rega.

A distribuição de água no AHVV é efetuada a pedido, pelo que em condições normais, não é restringida a frequência nem a duração da rega. A única restrição imposta ao agricultor é o

caudal máximo que poderá derivar da boca de rega. Por conseguinte, cada regante tem total liberdade de regar as suas subparcelas sem efetuar qualquer aviso prévio à ABVV. A Figura 19 representa as condutas e hidrantes da rede de transporte e distribuição de água do AHVV.

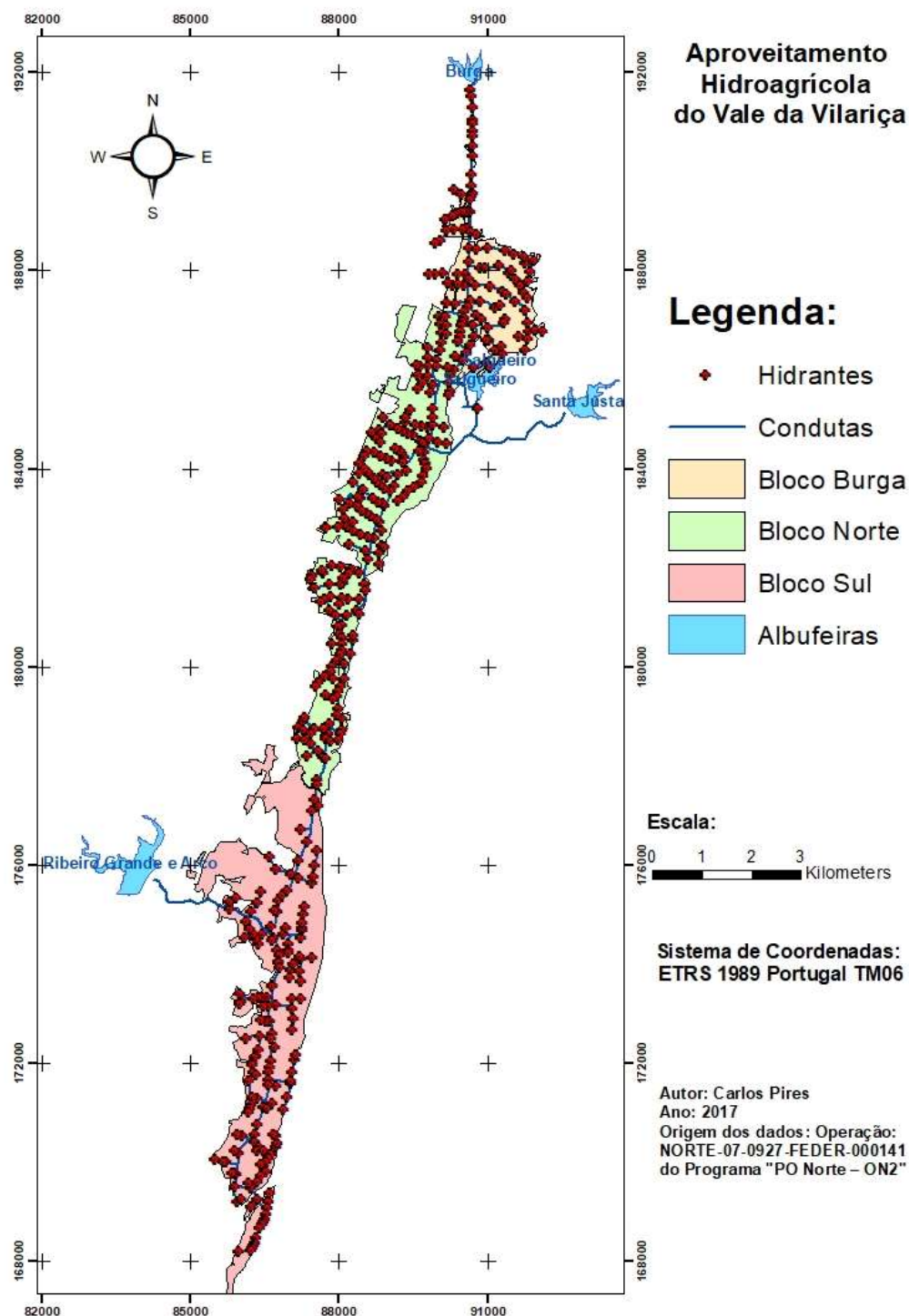


Figura 19 - Mapa representativo das condutas e hidrantes distribuídos ao longo do AHVV e que são parte integrante da rede de distribuição e transporte de água.

A rede de distribuição e transporte de água do AHVV dispõe ainda dos seguintes equipamentos:

- **Válvulas redutoras de pressão e de escape** – Como resultado do desnível acentuado em determinadas áreas da mancha de rega, estão instalados em determinadas locais das condutas principais, válvulas redutoras de pressão de modo a estabelecer uma pressão máxima na secção de jusante da conduta e assim permitir a utilização de tubagens de classe de pressão inferiores e consequentemente mais económicas. A jusante de cada válvula redutora de pressão está instalada uma válvula de escape, cuja função é limitar a pressão máxima a jusante, em caso de avaria da válvula redutora.
- **Válvulas de seccionamento** – São instaladas de forma a permitir o fácil isolamento de uma secção da rede, quando é necessário, por exemplo, intervir para proceder à reparação de avarias. No AHVV, as válvulas até 300 mm de diâmetro são de cunha e acima deste valor são do tipo borboleta;
- **Ventosas** – São aplicadas nos pontos altos dos perfis das condutas de modo a garantir a evacuação automática do ar durante o enchimento das condutas no período de exploração e a admissão de ar durante o esvaziamento da conduta de modo a evitar depressões. O diâmetro nominal das ventosas instaladas no AHVV são de 65, 100 ou 150 mm, de acordo com a dimensão das condutas onde estão inseridas;
- **Descargas de fundo** – São aplicadas nos pontos baixos dos perfis das condutas de modo a realizar o esvaziamento dos troços de conduta entre válvulas de seccionamento. Assumem também relevância quando se pretende proceder à eliminação de resíduos depositados nas secções de conduta de cotas inferiores. No AHVV, são constituídas por válvulas do tipo cunha com extremidades flangeadas. O seu diâmetro é de 65, 100 ou 125 mm, de acordo com a dimensão das condutas onde estão inseridas;
- **Outros acessórios** – Podemos incluir em outros acessórios, por exemplo, as curvas, as derivações e as reduções.

O AHVV dispõe de quatro estações de filtração a jusante de cada uma das albufeiras que constituem a origem atual da água de rega no AHVV: Burga, Salgueiro, Santa Justa e Ribeiro Grande e Arco. As estações de filtração são compostas por dois níveis de filtração: o primeiro nível é constituído por uma bateria de filtros de malha com orifício de 125 µm, e o segundo

nível é constituído por uma bateria de filtros de areia, com diâmetro de poro de $50 \mu\text{m}^2$. Na Figura 20 está representada a Estação de Filtração de Ribeiro Grande e Arco.



Figura 20 - Ortofotomapa com localização da Estação de Filtração de Ribeiro Grande e Arco.

O AH dispõe ainda da Estação Elevatória do Salgueiro, infraestrutura que permite dominar, através da rede de distribuição a pedido, parcelas dos Blocos Norte e Burga. Possui três grupos de bombagem com motores de 132 kW 50Hz Δ (Figura 21).



Figura 21 - Ortofotomapa com localização da Estação Elevatória de Salgueiro e visão parcial do seu interior onde figuram os três grupos de bombagem.

5. Material e Métodos

Nos pontos seguintes é apresentado o material que suportou o desenvolvimento deste trabalho. A metodologia é descrita numa ótica temporal, composta pelas diferentes etapas em que o trabalho foi efetuado, ainda que estas etapas, em múltiplos momentos se encontrem sobrepostas temporalmente. Face ao exposto, não seguiu parte importante das vezes o que inicialmente se planeou ou o que idealmente se poderia considerar como sendo o caminho a seguir.

5.1. Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema

A criação de um SIG enquanto ferramenta de apoio à gestão de perímetros de rega inicia-se com a conceção do sistema de informação. Para o efeito, constituiu-se uma equipa multidisciplinar, com diferentes habilitações e competências, nomeadamente nas áreas de agronomia e informática, de forma a serem definidos os requisitos funcionais e tecnológicos que constituem a base para a elaboração do modelo concetual de dados.

Numa primeira fase, a equipa identificou diversos conceitos. O termo Conceito aplica-se a uma representação geral e abstrata de uma realidade (uma "unidade de conhecimento"), representada numa determinada linguagem ou simbologia. A clarificação dos conceitos envolvidos num determinado sistema permite que, todos os intervenientes tenham a mesma perceção, dos termos que utilizam (DRAPN, 2012).

Os conceitos identificados constituíram-se nos seguintes grupos: **(a)** infraestruturas de retenção e transporte da água; **(b)** rede de rega; **(c)** entidades; **(d)** cadastro; **(e)** estruturas construídas; **(f)** incidentes na rede e intervenções; **(g)** campanha; **(h)** consumos e faturação; **(i)** *stocks* e aprovisionamento e **(j)** associados.

Para cada conceito identificado, foi estruturada a respetiva definição (o que é), dependências (relações entre conceitos) e atributos (características), conforme representado, como exemplos, nos Quadros 10, 11, 12, 13, 14 e 15, correspondentes aos conceitos de prédio, parcela, subparcela, hidrante, boca de rega e descarga de fundo. A obtenção dos conceitos irá permitir posteriormente a construção do modelo lógico da base de dados através da técnica Entidade-Relacionamento (DRAPN, 2012).

Quadro 10 - Definição, dependências e atributos do conceito prédio [Adaptado de DRAPN, 2012].

Nome	Prédio	Código	CG1
Definição	Área de terreno correspondente a um prédio rústico com identificação própria na matriz cadastral. Os limites de um prédio correspondem aproximadamente aos limites do "Prédio Rústico" definido pela matriz cadastral.		
Dependências	Entidade		
Atributos	Alfanuméricos	Geográficos	
	<ul style="list-style-type: none">- Código do perímetro de rega- Código do prédio- Identificação cadastral (artigo)- Designação do Prédio (local)- Área calculada- Perímetro calculado- Área na matriz das finanças- Área fora do perímetro- Área excluída para efeitos de taxa de conservação- Código da Repartição Finanças- Código: freguesia finanças- Código: freguesia (ddccff/dicofre)- Código: concelho (ddcc/dicofre)- Código: distrito (dd/dicofre)- Entidades (Proprietários)	Polígono com a definição da área do prédio.	

Quadro 11 - Definição, dependências e atributos do conceito parcela [Adaptado de DRAPN, 2012].

Nome	Parcela (*)	Código	CG2
Definição	Área contínua de terreno, com limites físicos ou agrónomicos estáveis, cultivada ou gerida por uma única entidade.		
Dependências	Prédio: (1) A parcela coincide com o prédio; (2) A parcela é parte integrante do prédio; (3) A parcela engloba mais que um prédio.		
Atributos	Alfanuméricos	Geográficos	
	<div>- Código do perímetro de rega</div> <div>- Código da parcela</div> <div>- Designação da parcela (local)</div> <div>- Código do parcelário</div> <div>- NIF/NIPC da entidade titular</div> <div>- Tipo de titularidade (arrendatário, etc)</div> <div>- Categoria (Superfície agrícola; Superfície agro-florestal; Superfície florestal; Outras superfícies)</div> <div>- Área fora do perímetro</div> <div>- Código: freguesia (ddccff/dicofre)</div> <div>- Código: concelho (ddcc/dicofre)</div> <div>- Código: distrito (dd/dicofre)</div> <div>Polígono com a definição da área da parcela.</div>		

(*) A parcela corresponde sempre a uma única categoria cultural e a uma única entidade. (**) O conceito de parcela a utilizar será o do SIP dado que apresenta as seguintes vantagens: parcelas definidas por ocupação cultural correspondentes a um único beneficiário às quais estão associadas prédio(s) de acordo com as dependências acima definidas.

Quadro 12 - Definição, dependências e atributos do conceito subparcela [Adaptado de DRAPN, 2012].

Nome	Subparcela	Código	CG3
Definição	Área contínua de terreno, com limites físicos ou agronômicos estáveis, inserida numa parcela , com uma única “classe de ocupação do solo”. Os limites da subparcela não podem ultrapassar os limites da parcela.		
Dependências	Parcela		
Atributos	Alfanuméricos	Geográficos	
	<ul style="list-style-type: none"> - Código do perímetro de rega - Código da subparcela - Código da parcela - Código do contador - Classe de ocupação do solo [categoria superfície agrícola (Cultura Temporária, Pastagem Permanente, Vinha, Olival, Cultura frutícola, Misto de culturas permanentes, Culturas Protegidas e Outras superfícies agrícolas); categoria superfície agro-florestal (Espaço agroflorestal arborizado de sobreiros, Espaço agroflorestal arborizado de quercíneas, Espaço agroflorestal arborizado com aproveitamento do sob coberto e Espaço agroflorestal não arborizado); categoria superfície florestal (Espaço florestal arborizado, Bosquete, Aceiro Florestal, Zonas de proteção/conservação); categoria outras superfícies (Improdutivo, Massa de água, Área Social, Vias, Zonas Húmidas e Outras áreas)]. 	Polígono com a definição da área da subparcela.	

Quadro 13 - Definição, dependências e atributos do conceito hidrante [Adaptado de DRAPN, 2012].

Nome	Hidrante	Código	RR3
Definição	Órgão hidráulico que assegura a distribuição de água aos regantes a partir da rede, fazendo parte integrante dela. É constituído por um hidrômetro tipo H (boca, saída) e válvula. A válvula onde assenta o hidrômetro apresenta um flange de entrada e vários orifícios de saída que podem ser flanges do tipo triangular ou <i>standard</i> .		
Dependências	Troço de conduta		
Atributos	Alfanuméricos	Geográficos	
	<ul style="list-style-type: none"> - Nome (código) - Tipo (Tabela a definir) - Bloco - Caudal (m³/hora) - Ø Hidrante (mm) - Ø Anel pré-fabricado de betão (m) - Cota Superfície terreno (m) - Cota Superfície projeto (m) - N.º de bocas - Pressão Hidrostática (bar) - Tipo de Tê (Tabela a definir) - Ano de instalação - Catálogo e desenhos 	Ponto de localização.	

Quadro 14 - Definição, dependências e atributos do conceito boca de rega [Adaptado de DRAPN, 2012].

Nome	Boca de rega	Código	RR4
Definição	Ponto da rede de rega, normalmente associado a um hidrante, que permite o fornecimento de água ao regante.		
Dependências	Hidrante		
Atributos	Alfanuméricos	Geográficos	
	<ul style="list-style-type: none"> - Nome (código) - Código do Hidrante - Ø Nominal (mm) - Caudal limite (m³/hora) - Caudal nominal (m³/hora) - Ano de instalação - Catálogo - Desenhos 	Ponto de localização.	

Quadro 15 - Definição, dependências e atributos do conceito descarga de fundo [Adaptado de DRAPN, 2012].

Nome	Descarga de fundo	Código	RR9
Definição	Dispositivo que serve para esvaziar troços de rede previamente seccionados. Deve ser instalado nos pontos baixos das condutas e a jusante das válvulas de seccionamento em troços descendentes e a montante em troços ascendentes por forma a efetuar o esvaziamento em caso de fecho dos mesmos.		
Dependências	Troço de conduta		
Atributos	Alfanuméricos	Geográficos	
	<ul style="list-style-type: none"> - Nome (código) - Tipo (Tabela a definir) - Ø Nominal (mm) - Tamanho (mm) - Ano de instalação - Catálogo - Desenhos 	Ponto de localização.	

Neste documento foram ainda identificados os processos de negócio que envolvem a administração de um AH numa perspetiva concetual e não informática, de forma a dar resposta às necessidades de gestão. Os processos identificados foram os seguintes: **(a)** gestão do cadastro; **(b)** gestão da rede de rega; **(c)** gestão de entidades; **(d)** gestão de incidentes e intervenções; **(e)** gestão de campanha; **(f)** gestão de consumos e faturação; **(g)** gestão de *stocks* e aprovisionamento e **(h)** gestão de associados (DRAPN, 2012). Como exemplo, o Quadro 16, representa as diferentes atividades de gestão da informação afetas ao processo de gestão do cadastro que foram identificadas pela equipa de trabalho que desenvolveu o caderno.

Quadro 16 - Atividades de gestão da informação relativas ao território, à sua posse e ocupação associadas ao processo de gestão de cadastro [Adaptado de DRAPN, 2012].

Atividades	Descrição
Inserir e editar prédios, parcelas e subparcelas	<ul style="list-style-type: none"> - Introdução e edição de dados alfanuméricos e geográficos de prédios, parcelas e subparcelas - A edição geográfica de polígonos terá que permitir a existência de “ilhas”, cuja área deverá ser descontada no total do polígono. - A edição de um polígono deve permitir a correção ou a substituição (neste caso deve manter em histórico a versão anterior).
Validação topológica	<ul style="list-style-type: none"> - Testes de conformidade para detecção de erros topológicos. Estes testes devem ocorrer sempre que se faz uma edição, devendo existir também em modo isolado.
Associar prédios, parcelas e subparcelas a entidades	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão dos proprietários dos prédios e dos titulares das parcelas e respetivo histórico. - Cálculo de áreas.
Consultar os prédios de um proprietário e parcelas de um titular	<ul style="list-style-type: none"> - Dado um proprietário ou titular, obter os prédios e parcelas respetivos e por consequência as subparcelas afetas a cada parcela identificada.
Inserir, editar e analisar a informação geográfica de base	<ul style="list-style-type: none"> - Cruzamento e análise de informação geográfica de base com os polígonos de prédios, parcelas e subparcelas (ex. parâmetros de solo e orográficos). - Dado um conjunto de parcelas ou subparcelas, obter carta de declives, exposição solar, entre outros.
Emitir relatórios	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão de relatório com os dados alfanuméricos relativos a prédio, parcela ou subparcela. - Outros a definir.

Por fim, foram definidas as funcionalidades essenciais que o Sistema de Informação e Gestão devia cumprir, assente numa lógica espacial com recurso a ferramentas SIG.

5.2. Ortocartografia

Conforme já referido, a produção de ortocartografia à escala 1:1000, implicou a abertura de procedimento por ajuste direto para efeitos de contratação pública pela ABVV.

A entidade adjudicatária, de acordo com o Caderno de Encargos e RTCAP (Regulamento Técnico das Coberturas Aerofotográficas para fins Cíveis), executou as operações representadas na Figura 22.

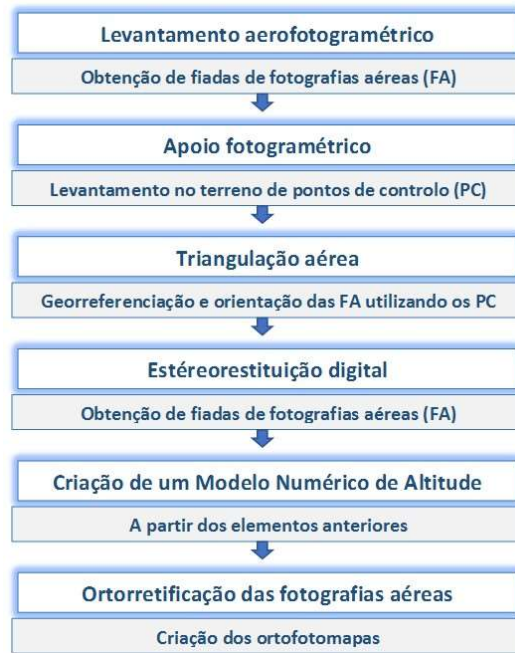


Figura 22 - Cadeia de produção de ortocartografia.

5.2.1. Levantamento aerofotogramétrico

O voo de cobertura da Vilariça foi realizado no dia 1 de outubro de 2012 por uma aeronave Cessna 402-B. A câmara utilizada no voo foi o modelo “DMC-129” da “Intergraph” com as seguintes características:

- ✓ Distância focal: 120 mm;
- ✓ Formato da fotografia: 7680 pixel x 13824 pixel;
- ✓ Tamanho do *pixel*: 12,0 μm x 12 μm .

No Quadro 17 apresentam-se as características da cobertura aerofotográfica realizada.

Quadro 17 - Características gerais da cobertura aerofotográfica realizada (Luís, 2012).

Local	Área (ha)
Vale da Vilariça	7380
Parâmetros	Caraterização
Formato	Digital
Escala/GSD (<i>Ground Sample Distance</i>)	7 cm
Altitude média	927 m
Sobreposição longitudinal - Base	60% - 177 m
Sobreposição Lateral - Espaçamento	30% - 581 m
Plano de Voo	Caraterização
N.º de fiadas	18
N.º de fotografias	1094
Produtos	Caraterização
Imagens digitais	RGB 12 bits

No Quadro 18 apresentam-se os requisitos do levantamento aerofotogramétrico realizado.

Quadro 18 - Requisitos do levantamento aerofotogramétrico realizado (Luís, 2012).

Geometria	Planeado	Real
Escala/GSD (<i>Ground Sample Distance</i>)	7,0 cm	7,01 cm
Sobreposição longitudinal	60,00%	66,95%
Sobreposição Lateral	30,00%	47,91%
Deriva	< 5°	1,16°
Radiometria	Planeado	Real
Nuvens	< 5,00%	0
Manchas/Lacunas	0	0
Saturação Brancos	< 0,50%	0,02%
Saturação Pretos	< 0,50%	0,02%
Uso Resolução Radiométrica	> 99,50%	99,60%

A Figura 23 representa um esquiço parcial do voo de cobertura da Vilariça onde estão representadas as fotografias aéreas números 852 e 853 da fiada 5 e as fotografias aéreas números 682 e 683 da fiada 6.

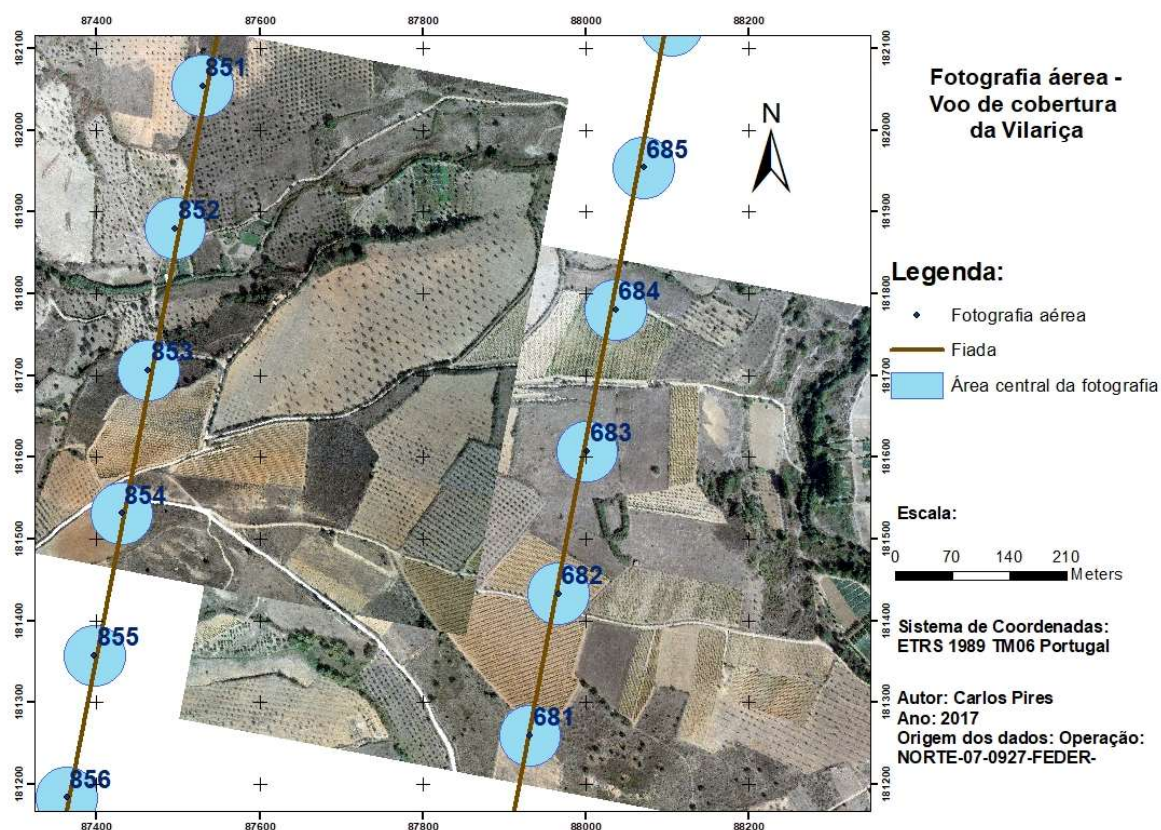


Figura 23 - Esquício parcial do voo de cobertura da Vilarça.

5.2.2. Apoio fotogramétrico

O apoio fotogramétrico, que compreende trabalhos de campo e de gabinete, tem por objetivo determinar as posições planimétrica e altimétrica dos pontos de apoio, vulgo pontos fotogramétricos, indispensáveis à triangulação aérea, à restituição fotogramétrica e à ortorretificação.

Por forma a ser criada a rede de apoio fotogramétrica, foram georreferenciados 230 pontos no terreno com recurso à observação de fase através de um recetor móvel e também de observações de fase efetuadas nos mesmos instantes numa estação de referência. A comparação das diferenças de fase nos 2 recetores para os mesmos instantes e para vários satélites (pelo menos 4) permitiu obter com muito rigor o vetor estação referência - recetor. O equipamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*) utilizado para o efeito, foi o “DGPS TOPCON Hiper Plus” de dupla frequência, com precisão RTK (*Real Time Kinematic*) horizontal de 10 mm + 1 ppm e vertical de 15 mm + 1 ppm. Cada ponto fotogramétrico

originou uma ficha identificação, conforme representado na Figura 24, representativa do ponto de apoio número 87.


PONTO FOTOGAMÉTRICO			87
DISTÂNCIA À MERIDIANA (M)			87040,539
DISTÂNCIA À PERPENDICULAR (P)			183916,62
COTA NO SINAL (N)			242,837
COTA NO TERRENO (N')			242,837
DESCRIÇÃO	Ponto no meio do pilar		
DATUM PLANIMÉTRICO:	ETRS1989 TM06 PT	Elipsóide de referência:	GRS80
DATUM ALTIMÉTRICO:	Cascais	Projeção:	Transversa de Mercator
LOCALIZAÇÃO - ESBOÇO E FOTOGRAFIA			
			

Figura 24 - Ficha de identificação do ponto de apoio n.º 87 [Adaptado de (TEG, 2012)].

5.2.3. Triangulação aérea

A triangulação aérea destina-se a estabelecer a rede de pontos fotogramétricos necessária à execução dos trabalhos subsequentes e à determinação dos parâmetros de orientação dos fotogramas.

A Figura 25 representa um esquiço parcial do voo de cobertura da Vilariça onde estão representadas as fotografias aéreas números 852 e 853 da fiada 5, as fotografias aéreas números 682 e 683 da fiada 6 e esquematizada a triangulação aérea.

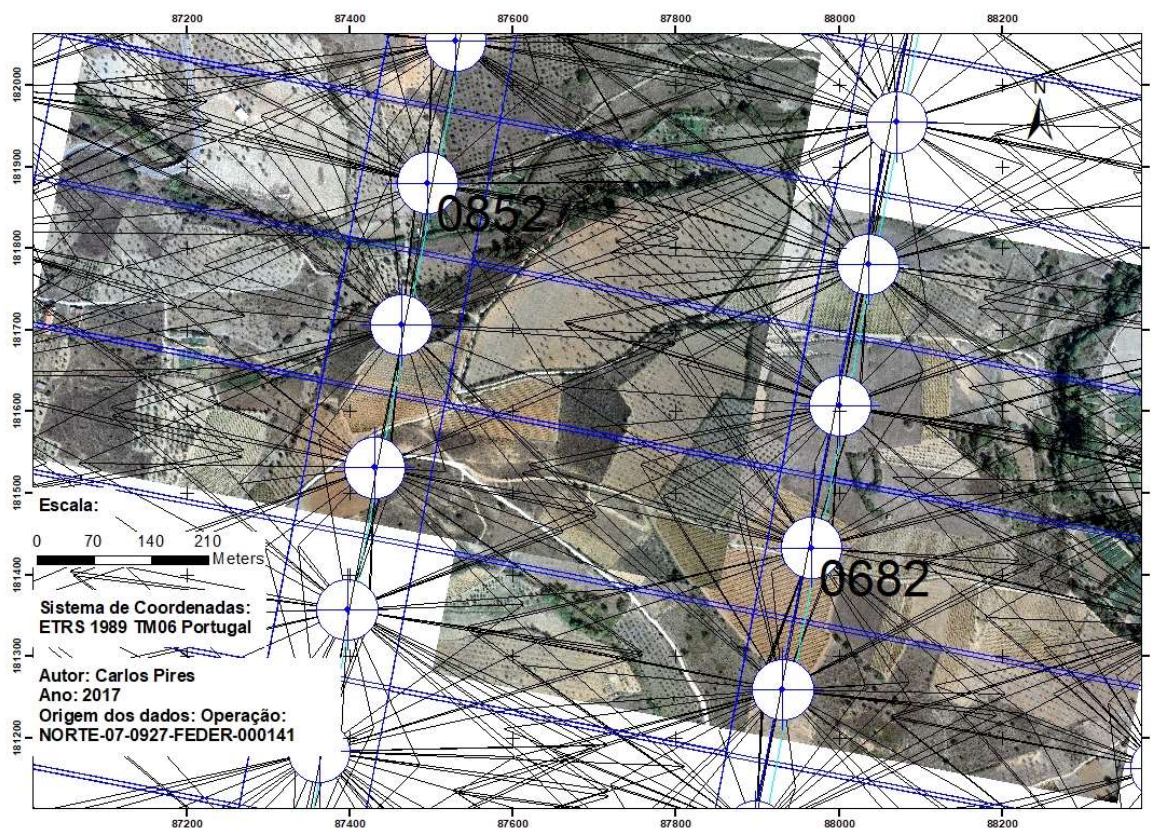


Figura 25 - Esquício parcial do voo de cobertura da Vilariça e esquematização da triangulação aérea.

5.2.4. Estereorestituição, Modelo Numérico Altimétrico e Ortorretificação

Foi realizada a restituição fotogramétrica tridimensional com produção de curvas de nível com uma equidistância de 1 metro e pontos cotados nos cabeços e em todas as zonas onde a informação das curvas de nível não era suficiente para uma correta definição altimétrica do terreno.

A partir, nomeadamente, dos elementos tridimensionais da altimetria editados, foi produzido o MNA (Modelo Numérico Altimétrico) representativo da superfície do terreno.

A partir dos fotogramas e do MNA do terreno foram geradas imagens retificadas com a dimensão de 500 metros x 500 metros através de ortorretificação diferencial.

5.3. Cadastro

Conforme já abordado em capítulos anteriores, a produção do cadastro teve por base a abertura de dois procedimentos de contratação por ajuste direto tendo como entidade adjudicante a ABVV.

Conforme representado na Figura 26, o cadastro foi dividido em dois grandes componentes: o cadastro rústico e o cadastro de infraestruturas.

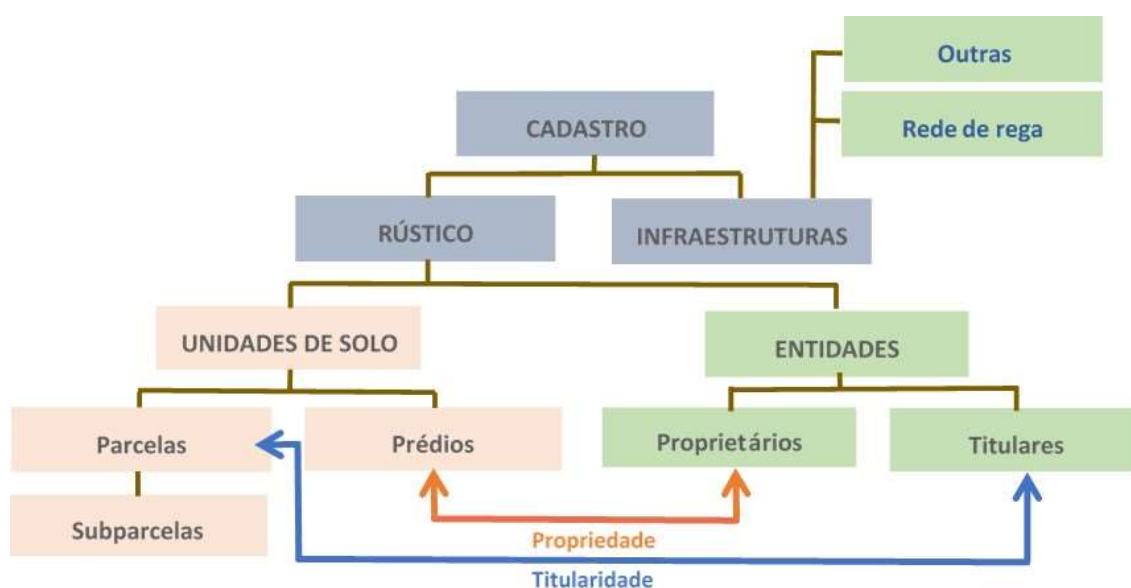


Figura 26 - Produção de cadastro.

5.3.1. Cadastro rústico

A aquisição de dados cadastrais foi dividida em dois grandes tipos: a referente à propriedade e a referente à titularidade. No caso da propriedade pretendeu-se obter dados espaciais e alfanuméricos relativos a prédios incluindo os dos respetivos proprietários. No caso da titularidade pretendeu-se obter dados espaciais e alfanuméricos relativos a parcelas e subparcelas que são exploradas pelos respetivos titulares que poderão ser outras pessoas individuais ou coletivas que não os proprietários, caso dos arrendatários. A informação alfanumérica e georreferenciada a recolher foi definida durante a conceção do sistema de informação.

A produção de informação espacial georreferenciada relativa ao cadastro foi efetuada no Sistema de Coordenadas ETRS 1998 TM06 – Portugal e à escala 1:1000 por métodos topográficos de precisão com ligação á Rede Geodésica Nacional. A obtenção das coordenadas foi efetuada com o recurso a equipamentos GPS diferencial e estações totais topográficas, conseguindo assim um rigor topográfico na ordem dos 0,03 metros. A obtenção de dados cadastrais por este tipo de métodos assume particular importância no caso dos prédios. Relativamente a parcelas e subparcelas dado que a identificação geográfica das mesmas depende do tipo de uso e ocupação do solo, sendo a resolução espacial dos ortofotomapas elevada (*pixel* de 0,10 metros), foi decidido recorrer a este tipo de métodos topográficos apenas quando a informação fornecida pelos ortofotomapas e a presença no terreno da equipa de topografia se revelou insuficiente, o que não se verificou.

Relativamente à obtenção dos dados alfanuméricos procedeu-se á criação e aplicação no terreno de dois tipos de inquérito: “Inquérito Propriedade” e “Inquérito Titularidade”. O primeiro visava a obtenção de dados relativos a prédios e dos respetivos proprietários e o segundo visava a obtenção de dados relativos a parcelas e subparcelas e respetivos titulares.

Os inquéritos foram aplicados por uma equipa no terreno que trabalhou em estreita colaboração com a equipa de topografia e com um técnico da ABVV. As equipas incluíram, consoante o local onde estava a ser desenvolvido o trabalho, “informadores” conhecedores dos locais de forma a mais facilmente as equipas de trabalho entrarem em contacto com os proprietários e/ou titulares respetivamente de prédios e parcelas. Assim, como fontes de informação para a obtenção de dados cadastrais por parte das equipas, podemos considerar os seguintes:

- Memórias descritivas, peças desenhadas e outros documentos relevantes em posse da ABVV respeitantes aos cadastros realizados no decurso das diferentes fases de construção do Empreendimento Hidroagrícola do Vale da Vilariça;
- Parcelário agrícola;
- Aplicação dos inquéritos para efeitos de fornecimento, por parte dos proprietários dos dados relativos aos artigos matriciais dos prédios, caraterização de proprietários e titulares, caraterização da categoria de parcelas e classe de ocupação do solo de subparcelas, entre outros elementos considerados relevantes.

O cadastro foi realizado tendo como área alvo a correspondente ao perímetro oficial do AHVV que se considerou à data como correspondendo a cerca de 2179 hectares (Figura 27).

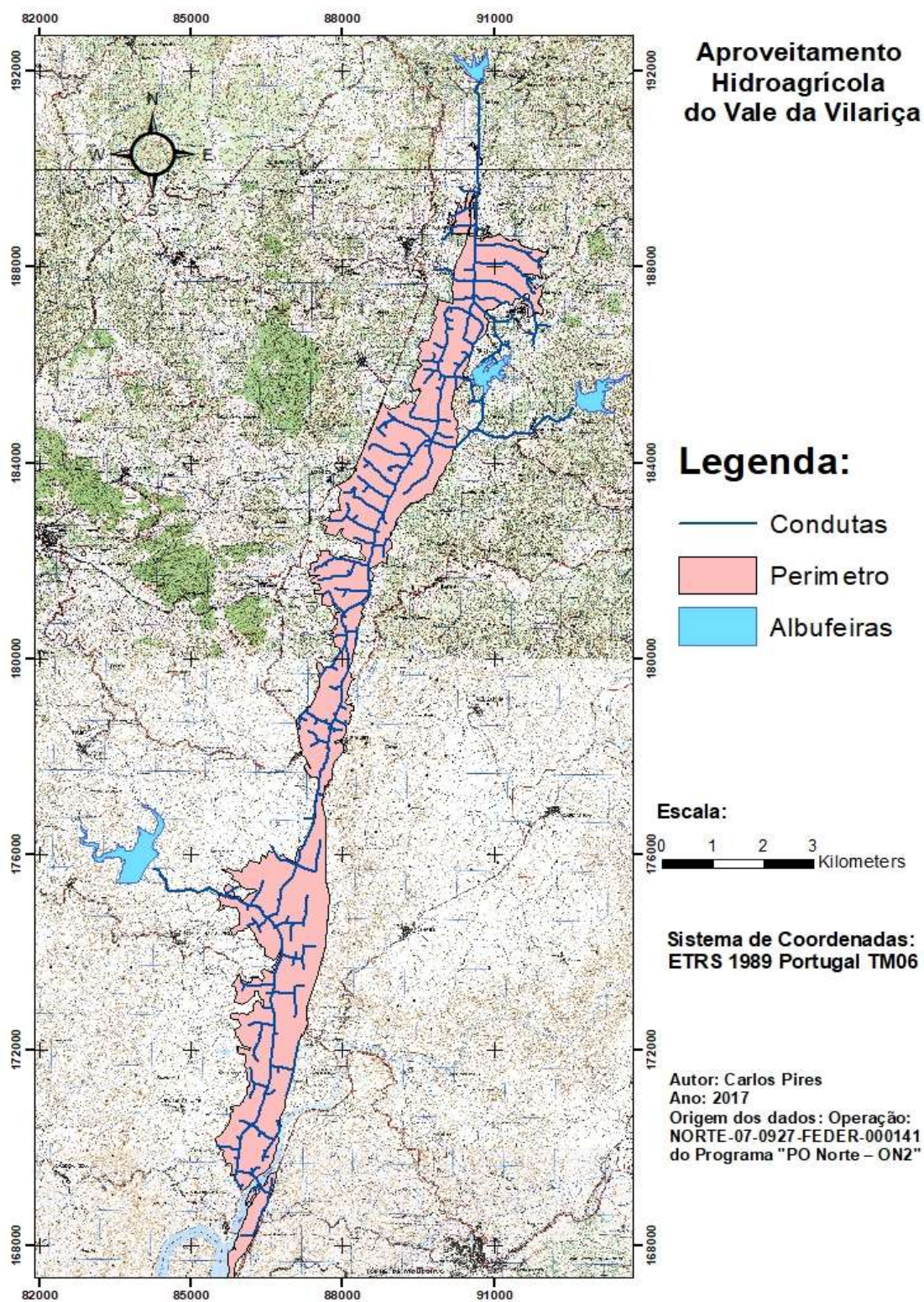


Figura 27 - AHVV e respetiva área para efeitos de realização do cadastro.

Foi definido que a aquisição dos dados cadastrais seria efetuada por freguesia, iniciando-se o processo de levantamento de informação de sul para norte, ou seja, do Bloco Sul para o Bloco da Burga. Os dados espaciais e alfanuméricos apresentar-se-iam antes da validação, respetivamente, em formato de desenho (*CAD – Computer Aided Design*) e em folha de cálculo (*Microsoft excel*). A primeira freguesia a ser terminada foi Cabeça Boa, situada no concelho de Torre de Moncorvo, tendo esta servido também de área piloto para o desenvolvimento desta componente do trabalho.

A validação dos dados por freguesia foi realizada pelos serviços técnicos da ABVV. A nível espacial a informação em CAD foi visualizada em *software* SIG e transformada no mesmo software em *Feature Class* numa Geodatabase. Verificou-se a conformidade espacial da informação de acordo com as regras previamente definidas, nomeadamente as relativas:

- A topologia;
- À codificação de prédios, parcelas e subparcelas;
- À obrigatoriedade de cada subparcela corresponder apenas a uma parcela;
- À inexistência de parcelas em áreas não cobertas pela camada prédios.

Relativamente aos dados alfanuméricos e na medida em que um técnico da ABVV acompanhou os trabalhos realizados pelas equipas, os dados alfanuméricos já tinham sido validados antes de dar por terminado o trabalho por freguesia. Assim, nesta fase, verificou-se fundamentalmente se todos os polígonos que representavam espacialmente prédios, parcelas e subparcelas apresentavam os dados alfanuméricos correspondentes. Para o efeito utilizou-se a ferramenta “Join” do *software* SIG “ArcGIS” da ESRI, a partir de atributos comuns que no caso de prédios, parcelas e subparcelas correspondiam aos respetivos números de ordem.

Os Quadros 19, 20, 21, 22 e 23 representam a informação alfanumérica produzida e validada respetivamente a prédios, proprietários, parcelas, titulares e subparcelas.

Quadro 19 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados pela ABVV para efeitos de caracterização de prédios.

Atributos	Caraterização
COD_PREDIO	Código identificativo de cada prédio.
IDENT_CADASTRAL	Identificação cadastral, ou seja, artigo descrito na matriz das finanças relativamente ao prédio em causa sob a forma de um número em regra inteiro. No caso de existir indefinição acerca da designação do artigo em causa atribui-se um número inteiro a partir de 7000 inclusive.
COD_REPARTICAO	Codificação oficial nacional dada a determinada repartição de finanças.
AREA_MATRIZ	Área descrita nas finanças para o prédio em questão. Não tem obrigatoriamente que corresponder á área real efetiva do prédio. Em muitas situações é previsível que a mesma seja inclusivamente inferior á área real.
AREA_CALC	Área em hectares respeitante a dado prédio. Obtido automaticamente a partir de <i>software</i> SIG.
AREA_FOR (*)	Área fora do perímetro oficial de rega.
AREA_EXCL (*)	Área excluída para efeitos de pagamento de taxa de conservação.
PERIMETRO_CALC	Perímetro em metros respeitante a dado prédio. Obtido automaticamente a partir de <i>software</i> SIG.
DISTRITO_ID	Código respeitante ao distrito tendo por base a codificação dicofre - "dd" e os limites geográficos definidos na CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal.
CONCELHO_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddceff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia] e os limites geográficos definidos na CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal.
FREGUESIA_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddceff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia] e os limites geográficos definidos na CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal.
LOCAL_DESIGN	Designação do local onde se situa o prédio.
COD_FREGUESIA_FINANC	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddceff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia]. A freguesia corresponde ao descrito na matriz das finanças para cada prédio. Não depende dos limites geográficos definidos na CAOP.
PERIMETRO_REGA_ID	Código do perímetro de rega.

(*) Dados não obtidos.

Os atributos “AREA_FOR” e “AREA_EXCL” referentes à entidade “Prédio” assumem particular importância para efeitos de cobrança da taxa de conservação. O seu preenchimento será fundamental, quando, nomeadamente, os limites do perímetro do AHVV estiverem claramente definidos, estejam implementados e mantidos os procedimentos necessários à contínua atualização do cadastro de prédios e definida a taxa de conservação a vigorar no AHVV.

Quadro 20 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caracterização de proprietários.

Atributos	Caraterização
COD_PREDIO	Código identificativo do prédio.
NIF_NIPC	Número de identificação fiscal ou Número de identificação de pessoa coletiva, consoante o caso.
PROPRIETAR_NOME	Nome ou denominação social do proprietário/usufrutuário.
PROPRIETAR_TIPO	Tipo de proprietário. A cada tipo está associado um código: 1 para proprietário/usufrutuário; 2 para coproprietário.
PERCENTAGEM	Campo relacionado com o de “PROPRIETAR_TIPO”. Sempre o que o prédio seja de um único proprietário (opção 1) a percentagem corresponderá a 100%. Caso exista compropriedade para o prédio em causa (opção 2), deverá ser afeto neste campo e a cada coproprietário, o valor em termos percentuais da parte do prédio correspondente a cada um deles.
PESSOA_TIPO	Escolha do tipo de pessoa em função das categorias incluídas em pessoa individual ou pessoa coletiva. A cada categoria está associado um código [pessoa individual (10 – empresário em nome individual, 11 – estabelecimento individual de responsabilidade limitada, 12 – trabalhador independente, 13 – outra); pessoa coletiva (20 – sociedade unipessoal por quotas, 21 – sociedade por quotas, 22 – sociedade anónima, 23 – sociedade comercial, 24 – sociedade em comandita simples, 25 – sociedade em nome coletivo, 26 – cooperativa, 27 – associação, 28 – outra)].
TELEFONE	Contato telefónico (rede fixa) do proprietário/usufrutuário.
TELEMOVEL	Contato telefónico (rede móvel) do proprietário/usufrutuário.
ENDERECO_ELETRO	Endereço eletrónico (e-mail) do proprietário/usufrutuário.
MORADA_SEDE	Morada ou Sede do proprietário/usufrutuário.
CODIGO_POSTAL	Código postal relativo à morada ou sede do proprietário/usufrutuário.
DISTRITO_ID	Código respeitante ao distrito tendo por base a codificação dicofre - "dd".
CONCELHO_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddccff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia].
FREGUESIA_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddccff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia].

Quadro 21 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caracterização de parcelas.

Atributos	Caraterização
COD_PARCELA	Código identificativo de cada parcela.
NOME_PARCELA	Nome pela qual é conhecida a parcela em causa. As fontes utilizadas para o efeito serão o parcelário e a informação fornecida pelo titular da parcela.
COD_PARCELARIO	Codificação do parcelário relativamente á parcela em causa. Caso a parcela inclua ou intercete mais que do que uma parcela representada no parcelário, deverão ser inseridos os códigos correspondentes.
CATEGORIA_PARCELA_ID	Categoria da parcela. A cada categoria está associado um código [SA (Superfície Agrícola); SL (Superfície Agro-florestal); SF (Superfície Florestal); OS (Outras Superfícies)].
FORA LIMITE (*)	Área fora do perímetro oficial de rega definido para o efeito.
DISTRITO_ID	Código respeitante ao distrito tendo por base a codificação dicofre - "dd" e os limites geográficos definidos na CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal.
CONCELHO_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddccff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia] e os limites geográficos definidos na CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal.
FREGUESIA_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddccff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia] e os limites geográficos definidos na CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal.
PERIMETRO_REGA_ID	Código do perímetro de rega.

Quadro 22 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caracterização de titulares.

Atributos	Caraterização
COD_PARCELA	Código identificativo da parcela.
TITULAR_NOME	Nome ou denominação social do titular.
TIPO_TITULARIDADE	Escolha do tipo de TITULARIDADE em função das seguintes categorias às quais estão afetas um código: 1- arrendamento; 2 – cedência; 3 – conta própria; 4 – comodato; 5 – outras situações.
PESSOA_TIPO	Escolha do tipo de pessoa em função das categorias incluídas em pessoa individual ou pessoa coletiva. A cada categoria está associado um código [pessoa individual (10 – empresário em nome individual, 11 – estabelecimento individual de responsabilidade limitada, 12 – trabalhador independente, 13 – outra); pessoa coletiva (20 – sociedade unipessoal por quotas, 21 – sociedade por quotas, 22 – sociedade anónima, 23 – sociedade comercial, 24 – sociedade em comandita simples, 25 – sociedade em nome coletivo, 26 – cooperativa, 27 – associação, 28 – outra)].
TELEFONE	Contato telefónico (rede fixa) do proprietário/usufrutuário.
TELEMOVEL	Contato telefónico (rede móvel) do proprietário/usufrutuário.
ENDERECO_ELETRO	Endereço eletrónico (e-mail) do proprietário/usufrutuário.
MORADA_SEDE	Morada ou Sede do proprietário/usufrutuário.
CODIGO_POSTAL	Código postal relativo à morada ou sede do proprietário/usufrutuário.
DISTRITO_ID	Código respeitante ao distrito tendo por base a codificação dicofre - "dd".
CONCELHO_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddccff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia].
FREGUESIA_ID	Código respeitante à freguesia tendo por base a codificação dicofre - "ddccff" [dd - distrito; cc - concelho; ff - freguesia].

Quadro 23 - Tipo de dados alfanuméricos obtidos e validados para efeitos de caracterização de subparcelas.

Atributos	Caraterização
COD_PARCELA	Código identificativo de cada parcela.
COD_SUBPARCELA	Código identificativo de cada subparcela.
CLASSE_OCUPACAO_ID	Ocupação de solo da subparcela. Cada classe de ocupação de solo é identificada por um código formado por três letras maiúsculas, de acordo com o Quadro 24.
CONTADOR_ID (*)	Código identificativo do contador a afetar a cada uma das subparcelas regadas.
PERIMETRO_REGA_ID	Código do perímetro de rega.

(*) Dados não obtidos.

No caso do atributo “CONTADOR_ID” presente no Quadro 23, referente à entidade “Subparcela”, este não foi considerado durante a produção do cadastro dado que durante aquele período ainda não se tinha procedido à instalação de contadores, situação que só veio a ocorrer durante a execução do projeto ProDer. Relativamente ao atributo “CLASSE_OCUPACAO_ID” os códigos de classe de ocupação do solo são os apresentados no Quadro 24.

Quadro 24 - Classes de ocupação do solo por categoria e respetivos códigos.

Categoria	Classes	
	Identificação	Códigos
Superfície Agrícola	Cultura Temporária	CLT
	Pastagem Permanente	PTP
	Vinha	VNH
	Olival	OLV
	Cultura frutícola	CTF
	Misto de culturas permanentes	MCP
	Culturas Protegidas	CLP
	Outras superfícies agrícolas	OSA
Superfície Agro-Florestal	Espaço agroflorestal arborizado de sobreiros	ASB
	Espaço agroflorestal arborizado de quercíneas	AQR
	Espaço agroflorestal arborizado com aproveitamento do sob coberto	ASC
	Espaço agroflorestal não arborizado	ANA
Superfície Florestal	Espaço florestal arborizado	FAR
	Bosquete	FBQ
	Aceiro Florestal	FAF
	Zonas de proteção/conservação	FPC
Outras Superfícies	Improdutivo	OSI
	Massa de água	OSM
	Área Social	OSS
	Vias	OSV
	Zonas Húmidas	OSH
	Outras áreas	OSO

Conforme representado no Quadro 24 (página 78), as parcelas podem ser classificadas em quatro categorias. Por sua vez as subparcelas que compõem cada parcela poderão ser classificadas em várias classes de ocupação do solo de acordo com a categoria previamente definida para a respectiva parcela. Este tipo de classificação é semelhante ao utilizado pelo SIP (Sistema de Identificação Parcelar) operacionalizado através da aplicação informática iSIP, cuja administração é da responsabilidade do IFAP (Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas, I.P.). A adoção do mesmo tipo de classificação permite ganhos de eficiência já que fomenta a compatibilidade entre dados, potenciando o cruzamento, tratamento e validação da informação de parcelas e subparcelas servidas e/ou integradas no AHVV e que estão igualmente identificadas e classificadas no SIP.

Os resultados obtidos ao nível da receção e validação da informação espacial recolhida no terreno estão representados parcialmente através das Figuras 28, 29 e 30, relativamente a prédios, parcelas e subparcelas.

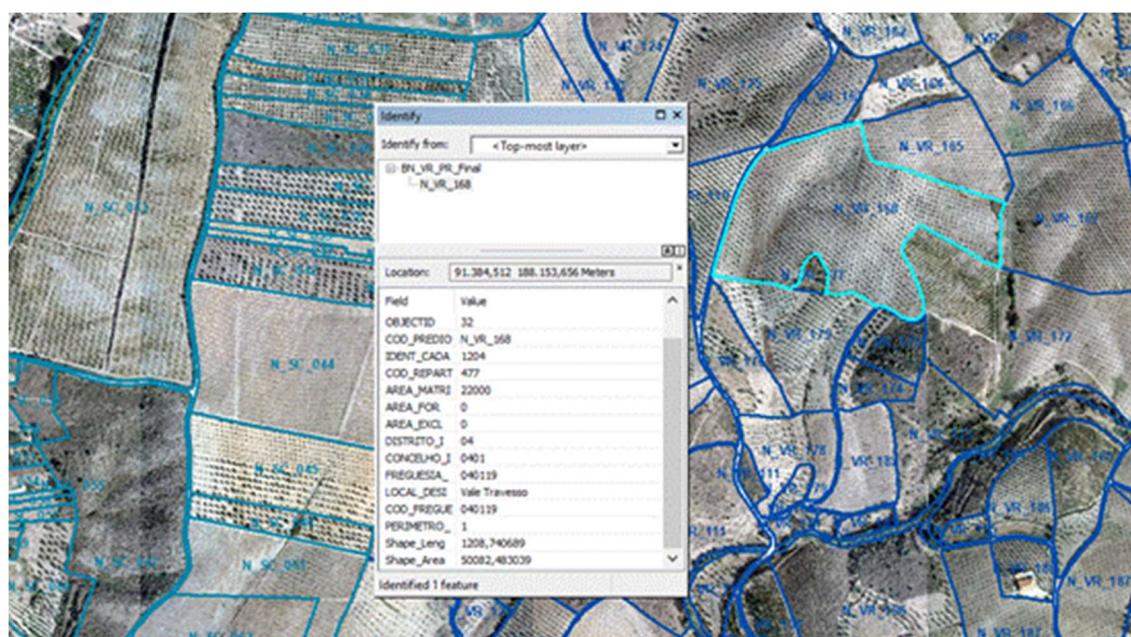


Figura 28 - Panorâmica parcial das Freguesias de Santa Comba da Vilaria e Vilarelhos com delimitação de prédios inseridos no AHVV e identificação de prédio (representado a ciano - azul claro) com representação da respetiva tabela de atributos. Gerado a partir de *ArcGIS* 10.1.

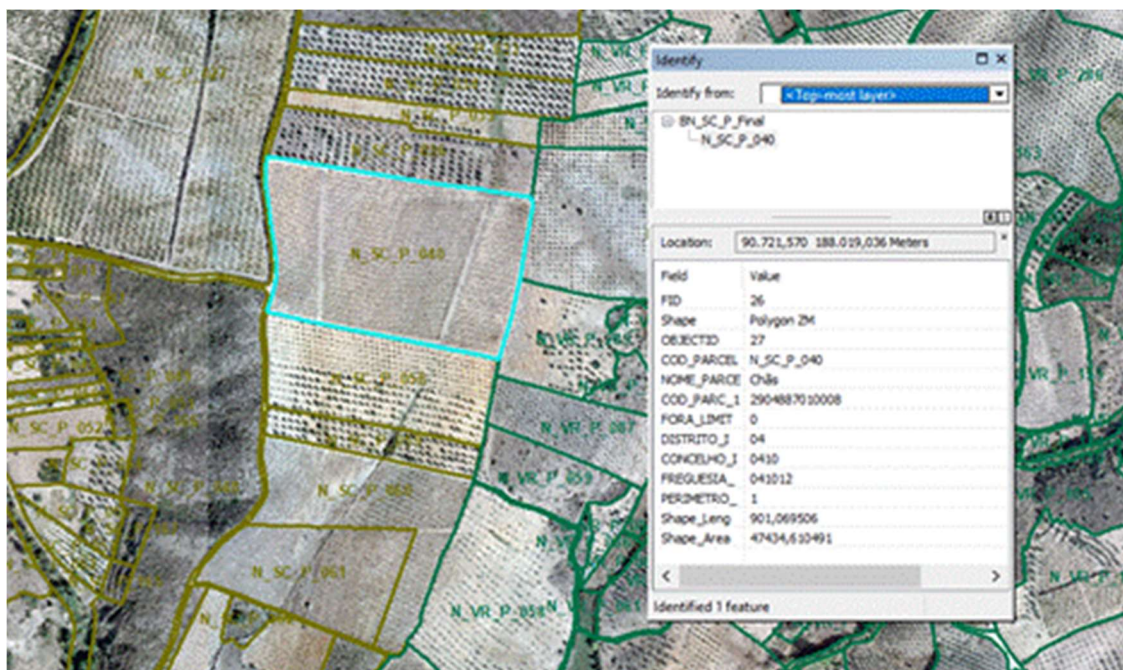


Figura 29 - Panorâmica parcial das Freguesias de Santa Comba da Vilariça e Vilarelhos com delimitação de parcelas inseridas no AHVV e identificação de parcela (representado a ciano - azul claro) com representação da respetiva tabela de atributos. Gerado a partir de *ArcGIS* 10.1.

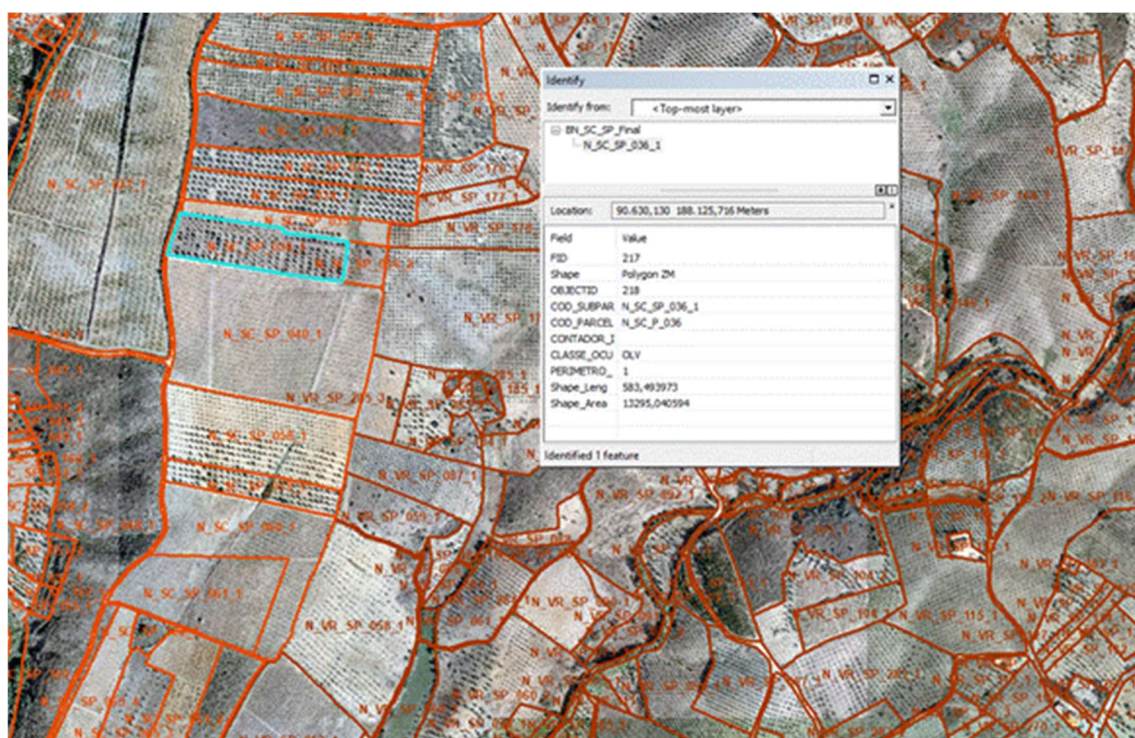


Figura 30 - Panorâmica parcial das Freguesias de Santa Comba da Vilariça e Vilarelhos com delimitação de subparcelas inseridas no AHVV e identificação de subparcela (representada a ciano - azul claro) com representação da respetiva tabela de atributos. Gerado a partir de *ArcGIS* 10.1.

Uma vez validada pela ABVV a informação espacial e alfanumérica relativa a prédios, parcelas e subparcelas, a mesma foi enviada em formato *shapefile* para a DRAPN que, por sua vez, com recurso a técnicos de informática, procedeu à nova validação da informação recebida, procedendo posteriormente à sua introdução no SIGAH nomeadamente para a realização de testes.

5.3.2. Cadastro de infraestruturas

A execução do cadastro de infraestruturas começou pela identificação e caracterização das infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição da água de rega. Para o efeito foram utilizadas como principais fontes de informação:

- Ortofotomapas à escala 1:1000, de 500 x 500 metros produzidos no âmbito do projeto “PO Norte – ON.2”;
- Memórias descritivas e peças desenhadas com extensão “dwg”, do Projeto de Execução dos Blocos da Burga e Norte do AHVV;
- Memórias descritivas e telas finais (peças desenhadas) com extensão “dwg”, do projeto do Bloco Sul do AHVV;
- Peças desenhadas com extensão “dwg”, relativas às alterações produzidas na rede de rega devidas à construção do IP2 (Itinerário Principal 2);
- Indicações dadas por funcionários da DRAPN afetos ao AHVV e que acompanharam os trabalhos de instalação da rede de rega dos blocos da Burga, Norte e Sul.

A rede de rega presente no AHVV consiste num sistema de distribuição de água sob pressão, enterrado, em que apenas alguns dos seus componentes se encontram acessíveis a partir da superfície. O acesso a parte desses componentes, nomeadamente para efeitos de atividades de inspeção e manutenção é geralmente efetuado através de câmaras de proteção em betão armado no caso de válvulas e a partir de câmaras de proteção com formato circular compostas por peças pré-fabricadas de betão no caso de hidrantes, ventosas e descargas de fundo (Figura 31). Estas câmaras de proteção enquanto infraestruturas perfeitamente identificáveis no terreno e nos ortofotomapas produzidos, facilitaram o processo de identificação e validação geográfica dos diferentes equipamentos da rede que albergam e protegem, mas também dos troços de conduta que interligam estes mesmos equipamentos.



Figura 31 - Representação em ortofotomapa complementada com fotografias relativas a: câmara de proteção circular de ventosa (em baixo) e de câmara de proteção retangular em betão armado contendo válvula de seccionamento (a); câmara de proteção circular de hidrante (b) e manilha associada a descarga de fundo (c) (em cima).

A representação geométrica das infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição da água de rega foi desenvolvida conforme apresentado no Quadro 25.

Quadro 25 - Representação geométrica das infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição da água de rega.

Representação geométrica	Infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição
Polígonos	Perímetro de rega; albufeira; estação elevatória; estação de filtragem; descarregador de cheia.
Linhas	Troços de conduta.
Pontos	Tomada de água; descarregador de fundo; grupo eletrobomba; reservatório de regularização; derivação; descarga de fundo; ventosa; válvula de seccionamento; válvula redutora de pressão; hidrante; boca de rega; contador (*).

(*) Não realizado.

Situações em que a informação fornecida pelas peças desenhadas dos projetos e a representada nos ortofotomapas não era compatível ou era insuficiente, tais como, equipamentos instalados e identificáveis a partir dos ortofotomapas mas não descritos nos projetos ou descritos nos projetos mas não identificáveis a partir dos ortofotomapas

implicaram a ida ao terreno de forma a identificar e localizar essas estruturas *in loco*. O facto dos blocos da Burga e Norte não disporem de telas finais conduziu a que o tipo de situações referidas anteriormente ocorressem com especial incidência no bloco da Burga, já que foram identificadas no terreno diversas alterações ao projeto inicial, nomeadamente ao nível da instalação de novas condutas e hidrantes em locais não previstos inicialmente e vice-versa.

Sempre que não existe informação fidedigna acerca dos equipamentos instalados em sistemas de distribuição de água enterrados, tal vai dificultar em grande medida saber, por exemplo, qual o diâmetro dos troços de conduta entre componentes como hidrantes, descargas de fundo ou ventosas e por consequência impedir a completa caraterização dos componentes no sistema de informação, bem como, condicionar no futuro a realização de simulações hidráulicas de distribuição de água a partir de programas informáticos de modelação hidráulica.

A representação geométrica de contadores não foi efetuada no âmbito do projeto “PO NORTE” na medida em que a instalação física dos mesmos só se verificou após a sua conclusão, ou seja, em 2015 no âmbito do projeto ProDer.

Através do cruzamento da informação contida nos ortofotomapas, nas peças desenhadas e por vezes a indicação dos locais de passagem das condutas por funcionários da DRAPN, foram produzidas camadas de informação no formato *shapefile* dos equipamentos que compõem a infraestrutura de rega, utilizando-se para o efeito o ArcMap 10.1 da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) (Figura 32).

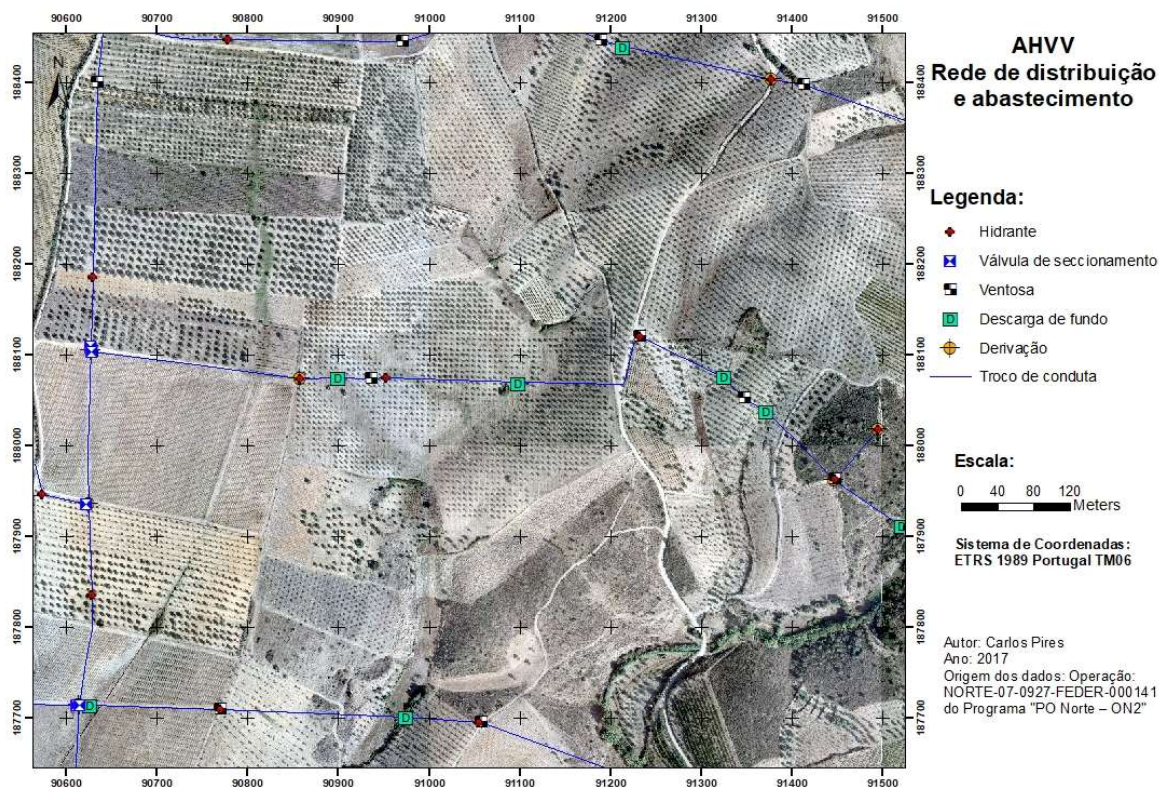


Figura 32 - Representação geométrica de parte dos equipamentos que constituem a rede de distribuição do AHVV.

A rede de distribuição não foi representada geometricamente e caracterizada alfanumericamente na sua totalidade ao abrigo do projeto “PO NORTE”, dado os contadores terem sido instalados posteriormente e não existirem telas finais relativas aos blocos da Burga e Norte. De qualquer modo, a topologia da rede de distribuição entretanto desenvolvida assentou em três conceitos base:

- **Albufeira:** área coberta de água, retida pela construção de uma represa ou barragem numa linha de água, formando uma espécie de lago artificial que constitui um ponto de alimentação condicionador das cotas piezométricas na rede de distribuição;
- **Nó:** ponto da rede onde os troços de conduta se ligam entre si e a água entra e sai da rede. Está normalmente associado a um ou mais equipamentos da rede de distribuição;
- **Troço de conduta:** segmento de conduta que liga dois ou mais nós e que se caracteriza por ter um caudal constante ou uniformemente distribuído.

A Figura 33 pretende representar simultaneamente de forma geográfica e esquemática os nós da rede.



Figura 33 - Representação geográfica e esquemática dos nós da rede de distribuição SN11, SN12, SN13, SN125 e SN142, situados no bloco Sul do ABVV.

A representação geográfica e caracterização de uma rede de distribuição de água assente na identificação dos locais de origem da água (albufeiras, reservatórios), em nós e troços de conduta constitui a base a partir da qual será possível à ABVV efetuar a administração da rede nas suas vertentes de manutenção; gestão de incidentes, notificações e intervenções e gestão de campanhas de rega a partir do SIGAH. Adicionalmente, será também recorrendo a esta informação que se tornará possível efetuar a realização de simulações hidráulicas com recurso a *software* específico capaz de estabelecer a comunicação entre *software* de simulação hidráulica e *software* SIG (Silvestre, Caetano, & Correia, 2015).

Uma vez validada pela ABVV a informação espacial e alfanumérica relativa às infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição da água de rega, a mesma foi convertida em formato *shapefile* para a DRAPN que, por sua vez, com recurso a técnicos de informática, procedeu à nova validação da informação recebida, procedendo posteriormente à sua introdução no SIGAH para a realização de testes.

5.4. SIGAH

Conforme já abordado no capítulo 2, ponto “2.2.1. Fase I - Conceção e Desenvolvimento do Sistema Informação e Gestão com aplicação SIG”, o desenvolvimento do SIGAH teve por base a abertura de procedimento de contratação por concurso público internacional tendo como entidade adjudicante a DRAPN.

A primeira reunião de trabalho entre membros da equipa da DRAPN, da ABVV e da empresa adjudicatária para o desenvolvimento do SIGAH ocorreu em novembro de 2013 tendo a mesma se centrado, entre outros aspetos, no levantamento de requisitos e na apresentação do protótipo inicial, ou seja, na demonstração da tecnologia a partir da qual o SIGAH foi desenvolvido. Essa tecnologia baseou-se no *Oracle APEX (Oracle Application Express)*, vulgarmente designada por APEX. Trata-se de uma ferramenta de desenvolvimento de *software* a partir de base de dados *Oracle*, cujo ambiente de desenvolvimento é totalmente *web* (Oracle, 2017). A aplicação SIGAH, na sua componente de suporte, foi então desenvolvida em APEX, ocorrendo simultaneamente o desenvolvimento da componente SIG tendo por base o *WebSIG open source MapServer*.

O levantamento de requisitos ocorreu ao longo de diversas reuniões de trabalho realizadas nos meses de novembro a dezembro de 2013, tendo-se centrado no desenvolvimento dos seguintes pontos:

- **Atores** – entidades que interagem com o sistema;
- **Mapa de navegação** – identificação e esquematização das principais funcionalidades do SIGAH e respetiva contextualização;
- **Requisitos funcionais** – identificação e descrição das funcionalidades do sistema.

Durante o período de levantamento de requisitos, procedeu-se ao desenvolvimento do Modelo de Dados Relacional. A elaboração deste Modelo teve por base o modelo relacional que foi desenvolvido durante a produção do “*Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*” por parte das equipas de trabalho da DRAPN e ABVV.

A partir do Modelo de Dados Relacional e do levantamento de requisitos foi produzido o documento “*Análise Funcional de Requisitos*” que corresponde ao desenho concetual do sistema. Neste documento são apresentados os requisitos funcionais de cada componente (ecrã, relatório e processo) e regras associadas (Timestamp & DRAPN, 2013b). Resumidamente este documento informa o cliente sobre o que o sistema é capaz de fazer:

origem dos dados; o que sucede aos dados do sistema; o aspeto do sistema para os utilizadores; as opções disponíveis para os utilizadores; a duração dos eventos e o aspeto de relatórios e ecrãs.

Uma vez entregue e posteriormente validado o documento “*Análise Funcional de Requisitos*” a empresa adjudicatária procedeu ao desenvolvimento do *Desenho Técnico* onde foi apresentada a forma como seria implementado cada componente e a Arquitetura do Sistema onde se demonstrou que componentes constituem o projeto e como eles interagem entre si (Timestamp & DRAPN, 2013b).

Após as fases referidas acima foi disponibilizado o protótipo final da aplicação SIGAH, sob o qual se procedeu à realização de um conjunto de testes e consequente introdução de atualizações na aplicação durante o primeiro semestre de 2014. Os testes realizados compreenderam: testes unitários de interface e usabilidade e de funcionalidades realizados pela empresa adjudicatária; testes de aceitabilidade realizados pelas equipas da DRAPN e ABVV e que englobaram os testes especificados anteriormente e testes de acessibilidade de forma a validar as regras de acessibilidade eletrónica e efetuar testes de conformidade. Adicionalmente, foi realizado o carregamento no SIGAH da cartografia de base e cadastro adquiridos e/ou produzidos (Timestamp & DRAPN, 2013c).

Por último, durante o mês de maio de 2014, procedeu-se à realização de ações de formação pela empresa responsável pelo desenvolvimento da aplicação SIGAH, tendo como público alvo os membros das equipas da DRAPN e ABVV.

Na Figura 34 são apresentadas as diferentes etapas envolvidas na produção da aplicação SIGAH.

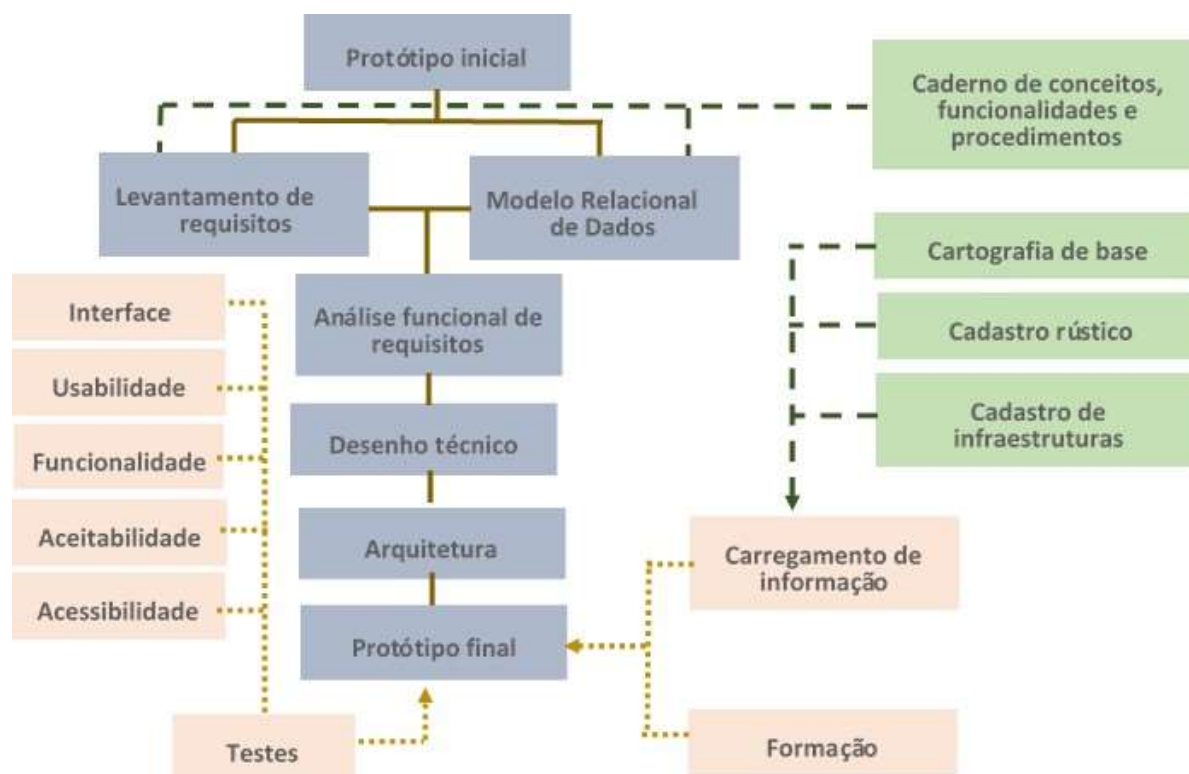


Figura 34 - Fluxo de produção da aplicação SIGAH.

5.5. Sistema de telegestão

Tal como aconteceu com o SIGAH, a instalação da telegestão no AHVV teve por base a abertura de procedimento de contratação por concurso público tendo como entidade adjudicante a DRAPN.

Previamente ao início da obra foram realizadas reuniões de trabalho entre a DRAPN enquanto *Dona da Obra* e a empresa adjudicatária enquanto *Empreiteiro Geral*. Neste período decorreram as seguintes etapas principais: definição e aprovação dos equipamentos a instalar; estudo de cobertura da rede e a sua aprovação; elaboração do *software* de telegestão; realização de testes em fábrica das unidades concentradoras e unidades locais.

O início dos trabalhos em obra para a implantação do sistema de telegestão ocorreu durante os anos de 2014 e 2015. A ABVV efetuou o acompanhamento da obra apoiando a DRAPN neste processo.

A obra foi iniciada através da verificação das condições no terreno e da instalação do estaleiro que consistiu fundamentalmente no aluguer de um armazém e área envolvente para o

aprovisionamento dos equipamentos a instalar e para estacionamento de viaturas afetas aos trabalhos a desenvolver.

Ao nível dos dispositivos de medição de caudais foi previsto instalar as seguintes soluções:

- Solução A: instalação com base nas unidades terciárias de rega servidas pelas bocas de rega, de acordo com o definido nos projetos de execução dos blocos de rega do AHVV. Existência de dois tipos de situação: (a) bocas de rega que beneficiavam um único prédio; (b) bocas de rega que beneficiavam dois ou mais prédios;
- Solução B: bocas de rega que serviam prédios fora do perímetro de rega oficial ou onde se pretendia ter uma reserva de expansão instalada (DRAPN & Prosistemas, 2012).

Nas bocas de rega que beneficiavam um único prédio, o dispositivo de medição de caudal a instalar consistiu unicamente na substituição da cabeça do contador por outra com a inclusão de dispositivos emissores de impulsos. Nas bocas de rega que beneficiavam dois ou mais prédios, seriam instalados adicionalmente contadores diferenciais (individuais) um por prédio em caixas de proteção de dois, três ou quatro contadores, ligadas às respetivas bocas (DRAPN & Prosistemas, 2012).

Na solução B os contadores diferenciais dispõem de terminal multiusuário através da utilização de um módulo de chaves, preparado para um máximo de cinco utilizadores. Esta solução limita a utilização para um beneficiário de cada vez, por contador e garante o equilíbrio hidráulico de rede de rega, ao mesmo tempo que permite um controlo eficaz dos consumos e respetiva faturação. Apresenta-se sob a forma de uma caixa de proteção contendo 2 contadores diferenciais, dos quais pelo menos 1 dispõe de terminal multiusuário.

Foram iniciados os trabalhos de norte para sul, ou seja, a partir do Bloco da Burga. O empreiteiro de imediato verificou que o projeto no qual se baseou toda a distribuição dos equipamentos a instalar, nomeadamente, de dispositivos de medição de caudais, não correspondia ao encontrado no terreno.

A rede de rega, particularmente os hidrantes que a compõem, apresentava diferenças entre o projeto no qual a o Empreiteiro Geral desenvolveu todo o trabalho de estudo da cobertura da rede e o existente no terreno, particularmente no Bloco da Burga. Esta situação deveu-se ao facto dos Blocos da Burga e Norte não disporem de telas finais, tendo o projeto de telegestão sido efetuado a partir dos projetos iniciais destes dois blocos, portanto sem as alterações efetuadas em obra durante a sua construção no passado.

Adicionalmente, após uma análise mais aprofundada da situação entre o Empreiteiro Geral, a DRAPN e a ABVV, detetou-se que a distribuição geral dos contadores diferenciais pelas diferentes bocas do AHVV não dava resposta ao existente no terreno. Assim, existiam situações em que seriam colocados contadores diferenciais em número insuficiente face ao número de ligações já existentes nas bocas, ou pelo contrário, esse número pecaria por excesso. Face ao exposto, foi decidido em reunião de obra que a ABVV e a DRAPN efetuariam uma redistribuição da totalidade dos contadores diferenciais por todo o perímetro de rega tendo por base as ligações existentes às bocas e não a partir dos prédios servidos pelas mesmas, enquanto unidades terciárias de rega definidas aquando do dimensionamento da rede de rega dos blocos que constituem o AHVV. Face ao exposto, a instalação dos dispositivos de medição de caudais teve em conta três tipos de situação:

- Bocas de rega que apresentavam uma única ligação sem partilha ou que não dispunham de ligações à data - substituição da cabeça do contador por outra com a inclusão de dispositivos emissores de impulsos;
- Bocas de rega que apresentavam duas ou mais ligações - instalação adicional de contadores diferenciais (individuais) um por ligação em caixas de proteção de dois, três ou quatro contadores, ligadas às respetivas bocas;
- Bocas de rega com ligação ou ligações em que regavam entre dois a oito regantes em partilha – sempre que viável, instalação de contadores diferenciais (individuais) de forma a que os regantes em partilha passem a dispor cada um de um contador individual.

Apesar de terem sido instalados diversos módulos de contadores diferenciais da “solução B”, chegou-se à conclusão que esta solução apresentava fortes condicionantes que foram inclusivamente apresentados pelos próprios beneficiários. Tendo em conta que uma parte significativa dos regantes precários dispõem de subparcelas regadas bastante afastadas do ponto de rega, tal obrigaria a que os mesmos se deslocassem ao local para acionar por chave a contagem e que voltassem novamente ao local quando terminasse o seu período de rega. Por outro lado, nada garantia ao regante que a água consumida no período em que o seu contador “virtual” fosse acionado pela sua chave que não houvesse outros regantes associados ao mesmo contador que não estivessem a regar com essa mesma água. Face ao exposto estes contadores foram instalados como se de uma “Solução A” se tratasse (Figura 35).



Figura 35 - Visão esquemática da instalação de uma caixa tipo “módulo de 2 contadores diferenciais (solução B)”, assente em maciço de betão e ligada a boca de hidrante de 3 bocas no AHVV.

Durante o estudo de redistribuição dos contadores diferenciais, a empreitada centrou-se na substituição, nas bocas, da cabeça do contador por outra com a inclusão de dispositivos emissores de impulsos (Figura 36) e na montagem dos postes, antenas e painéis solares em cada um dos hidrantes (Figura 37).



Figura 36 - Hidrante de duas bocas com contadores gerais associados protegido por manilha de betão pertencente ao AHVV.

Figura 37 - Mastro, antena e painel solar instalado num hidrante do AHVV.



Para a realização da redistribuição dos contadores diferenciais procedeu-se ao levantamento das ligações existentes por boca em todos os hidrantes do AHVV e a identificação, sempre que possível, das entidades associadas a cada uma dessas mesmas ligações (Figura 38). Uma vez identificadas as ligações e respetivas entidades associadas, procedeu-se à redistribuição dos contadores diferenciais de acordo com o levantamento efetuado e em função dos equipamentos disponíveis.



Figura 38 - Ligações identificadas na Boca 1 do Hidrante BHR3.8.

A redistribuição foi realizada por bloco de rega, de forma a que a execução da obra se mantivesse permanentemente em curso. Desta forma procedeu-se a uma primeira fase de: remoção das ligações existentes e construção de maciços; instalação de caixas e contadores diferenciais associados e de instalações mecânicas. A Figura 39 representa a transformação operada pela instalação dos contadores diferenciais.



Figura 39 - Remoção das ligações existentes associadas a bocas dos hidrantes BHR4.7, NH184 e SH17 e instalação de módulos de contadores diferenciais.

Após uma primeira redistribuição de contadores diferenciais verificou-se que o número de módulos de 4, 5 e 6 contadores diferenciais eram em número insuficiente face às necessidades identificadas, pelo que, através de uma negociação efetuada entre o Dono de Obra e o Empreiteiro Geral foi possível a partir das caixas de 2 e 3 módulos disponíveis, proceder à montagem de mais dez módulos de 4 contadores, um de 5 contadores e quatro de seis contadores. Estes módulos foram depois instalados numa segunda redistribuição (Figura 40). Em todo o processo de redistribuição dos contadores diferenciais foi imprescindível a identificação geográfica e alfanumérica dos hidrantes e respetivas bocas de rega, recorrendo-se para o efeito à aplicação *ArcGIS 10.1*, nomeadamente para produção de mapas para entregar às equipas do terreno.



Figura 40 - Módulos de 4 contadores diferenciais instalados na primeira redistribuição (fotografia à esquerda) e na segunda redistribuição (fotografia à direita).

Uma vez terminada a componente de construção civil e mecânica, procedeu-se à montagem do centro de controlo no edifício da ABVV, através da instalação, nomeadamente dos servidores SCADA e de dois computadores clientes SCADA. Procedeu-se ainda à montagem das unidades concentradoras e das unidades locais em cada um dos equipamentos hidromecânicos existentes (hidrantes).

Uma vez terminada a montagem de centro de controlo, unidades concentradoras e unidades locais, procedeu-se à realização de testes a todo o sistema de telegestão. Seguidamente, o Empreiteiro Geral elaborou e procedeu à entrega das telas finais do projeto de execução. Por fim, realizou ações de formação tendo por formandos, técnicos da DRAPN e ABVV, de acordo com o definido no Caderno de Encargos.

O fluxo geral simplificado das etapas inerentes ao trabalho executado em obra é o representado na Figura 41.

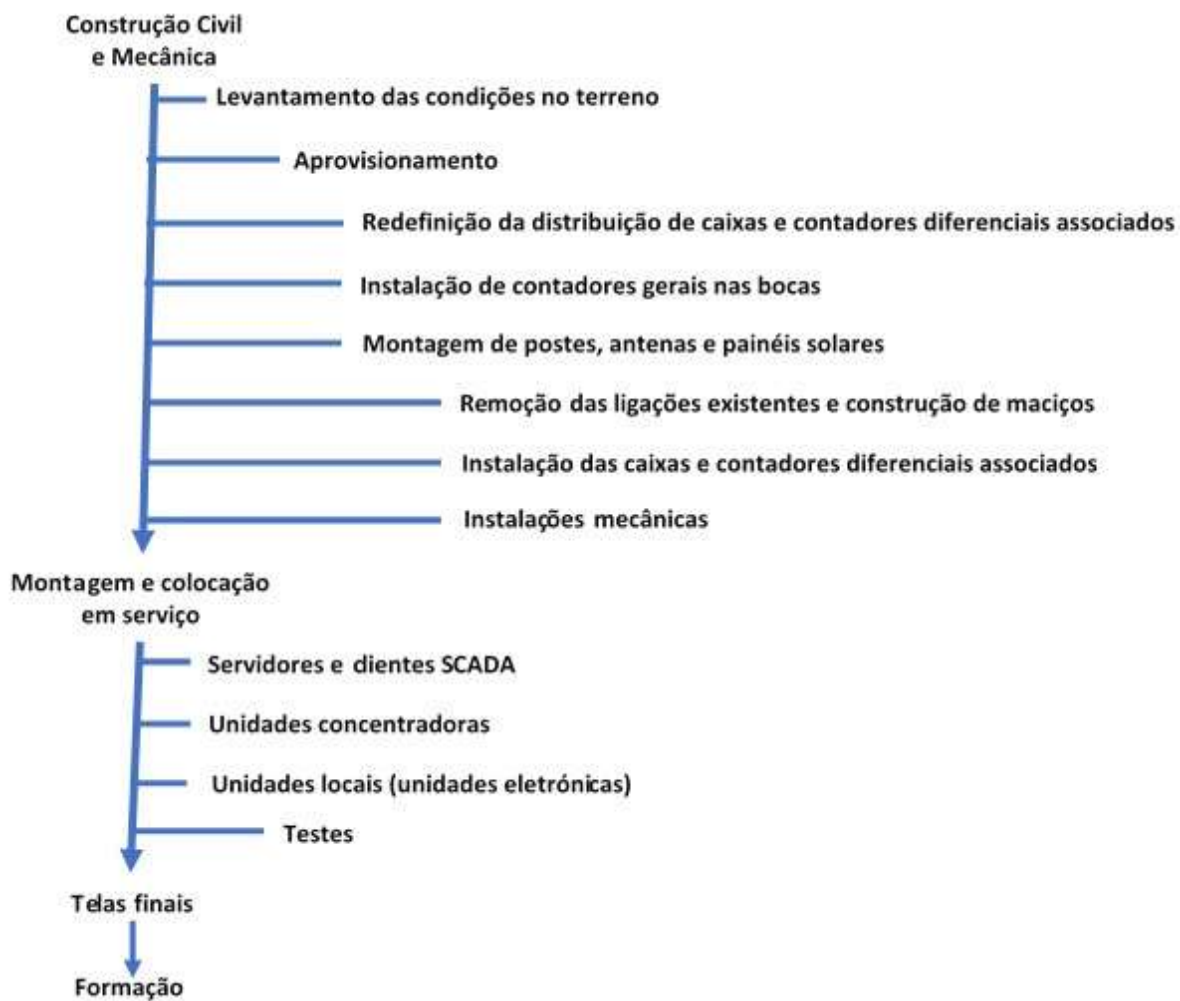


Figura 41 - Fluxo geral simplificado das etapas inerentes ao trabalho executado em obra no âmbito da instalação do Sistema de Telegestão no AHVV.

6. Apresentação e discussão dos resultados

6.1. Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema

A elaboração do “*Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*” foi o documento base para o desenvolvimento das fases subsequentes de todo o processo relacionado com a produção de cadastro e de desenvolvimento do SIGAH.

Este documento constituiu-se como um dos principais alicerces para todo o processo que culminou na produção do cadastro (de parcelas e de infraestruturas), ainda mais quando o desenvolvimento efetivo da aplicação SIGAH se deu já numa fase posterior ao inicialmente previsto conforme já referido em capítulos anteriores.

Juntamente com o *Modelo Relacional de Dados* cujo processo de desenvolvimento se deu simultaneamente, a existência destes dois elementos permitiu, à empresa que desenvolveu o SIGAH, uma melhor focalização no “*negócio*” e, portanto, nas necessidades do cliente, neste caso a DRAPN enquanto entidade adjudicante.

Atualmente, quer o “*Caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*” quer o *Modelo Relacional de Dados*, continuam a ser consultados pela ABVV no âmbito do processo associado à gestão do AHVV em processos como a produção/atualização de cadastro, inscrição em campanhas de rega e faturação.

6.2. Ortocartografia

De acordo com a informação existente no arranque do projeto “PO Norte – ON.2”, a área do Perímetro de Rega do Vale da Vilariça corresponderia a cerca de 2132 hectares. A área total coberta por fotografia aérea foi de 7380 hectares. A área inicialmente orto-retificada correspondeu a cerca de 2915 hectares.

Após análise da área coberta pelos ortofotomapas, foi possível constatar a existência de área infraestruturada, ou seja, com rede de rega, que para além de não estar dentro dos limites do perímetro de rega definido de base, não se apresentava orto-retificada.

Tendo por base o pressuposto que a área infraestruturada deve estar coberta por ortofotomapas e considerando que estas áreas incluem toda a área servida pela rede de rega bem como, uma faixa de cerca de 50 metros, que incluía os troços das condutas principais

entre as barragens e as áreas de rega propriamente ditas, foi decidido proceder à produção adicional de altimetria e de ortofotomapas de forma a cumprir esse pressuposto.

Face ao exposto, a produção de ortocartografia originou como entregas intermédias e finais principais: fotografia aérea com cobertura correspondente a 7380 hectares; altimetria com pontos cotados e curvas de nível com uma equidistância de 1 m e ortofotomapas à escala 1:1000, de 500 x 500 metros, correspondendo a uma área total coberta de 4255 hectares (Figura 42).

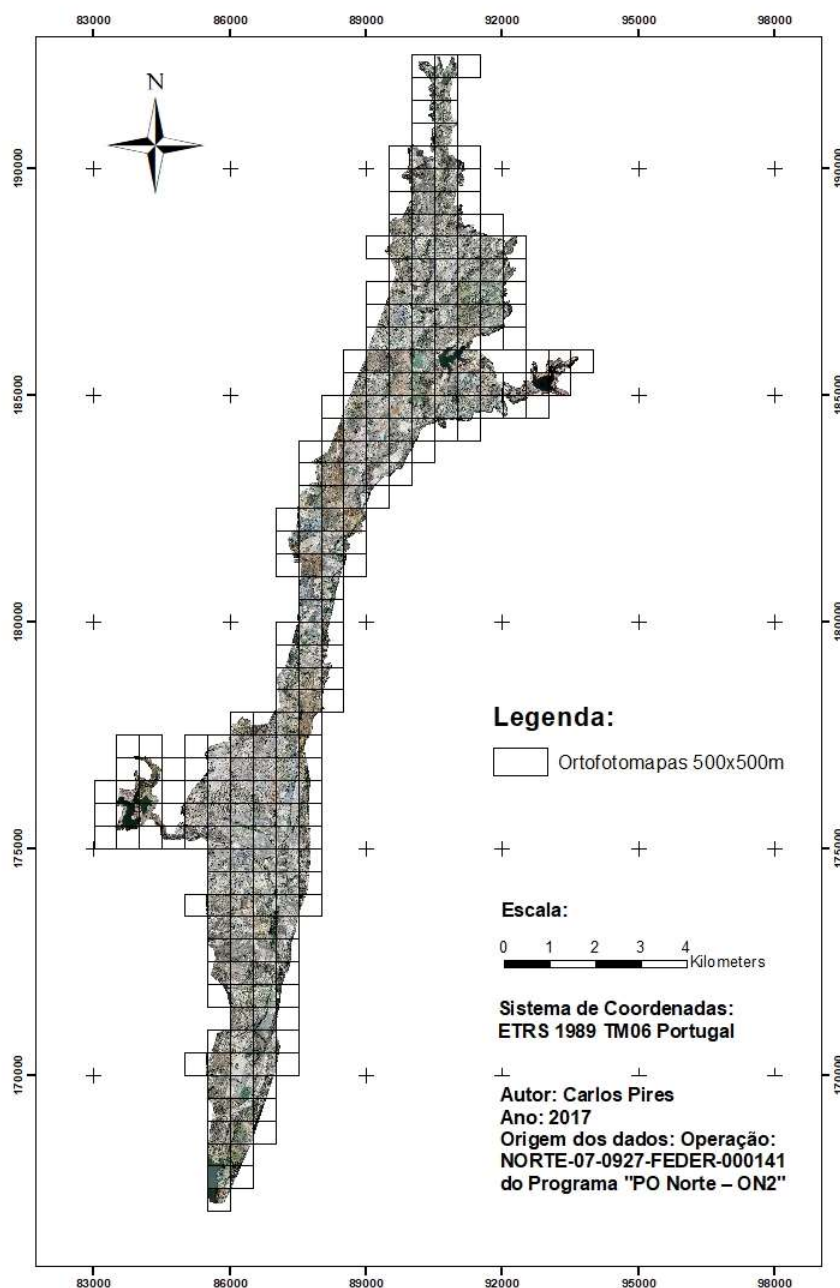


Figura 42 - Ortofotomapas produzidos ao abrigo do “PO Norte – ON.2”.

Os ortofotomapas constituem-se como um elemento fundamental de suporte na análise em SIG assim como na aquisição e validação de dados cadastrais. A Figura 43 pretende representar um dos ortofotomapas produzidos ao abrigo do “PO Norte – ON.2”.



Figura 43 - Aspeto de um ortofotomapa à escala 1:1000, correspondente à cobertura de 500 x 500 metros de terreno, de composição colorida definida pelas 3 bandas espectrais correspondentes ao azul, verde e vermelho, representativo de uma área situada no Vale da Vilariça.

6.3. Cadastro

6.3.1. Cadastro rústico

Na criação do cadastro rústico procedeu-se à identificação de uma parte significativa dos prédios e parcelas e dos respetivos proprietários e titulares que se encontravam inseridos na área a cadastrar, ou seja, cerca de 2179 hectares. Adicionalmente, procedeu-se à identificação das subparcelas associadas a cada uma das parcelas identificadas. No Quadro 26 são apresentados o número de prédios, de parcelas e de subparcelas identificados para cada uma das freguesias que à data da definição da área a cadastrar estavam inseridas no AHVV.

Quadro 26 - Número de prédios, parcelas e subparcelas identificados por freguesia no âmbito do projeto “PO Norte – ON.2”.

Freguesias	Prédios	Parcelas	Subparcelas
Torre de Moncorvo	47	67	86
Cabeça Boa	123	100	225
Horta da Vilariça	93	176	278
Adeganha e Cardanha	153	256	309
Sampaio	203	279	326
Vila Flor e Nabo	53	131	195
Assares e Lodões	365	496	609
Vilarelhos	245	290	330
Santa Comba da Vilariça	142	188	246
Total	1424	1983	2604

Durante a execução do cadastro verificou-se que a área a cadastrar não incluía a totalidade da área infraestruturada. Também não teve em consideração uma outra versão do perímetro oficial do AHVV mais recente que incluía uma área na freguesia de Vilarelhos, na proximidade da Barragem do Salgueiro, correspondente a cerca de 112 hectares. Adicionalmente, através do Despacho nº 5043/2014, de 9 de abril de 2014, as parcelas que constituem as Quintas do Carrascal (90,5 ha) e do Ataíde/Tourão (116,7 ha) e Assares (34,5 ha), propriedades à data, respetivamente, da Viaz – Produção e Comercialização de Vinhos e Azeites Lda. e da Cockburn & Ca., S. A., foram incluídas na área beneficiada pelo Empreendimento Hidroagrícola do Vale da Vilariça. No total, ocorreu um aumento de 241,7 hectares na área do AHVV neste período. Mais recentemente, pelo Despacho nº 3991/2017, de 10 de maio de 2017, foi adicionado ao AHVV a Barragem da Ribeira da Freixeda e uma área de regadio correspondente a cerca de 17,5 hectares que poderá ser alargada entre 20 a 25 hectares no futuro. A Figura 44 apresenta a área que foi alvo de cadastro no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2” (2179 hectares) e a área adicionada que atualmente correspondente ao AHVV (2575 hectares).

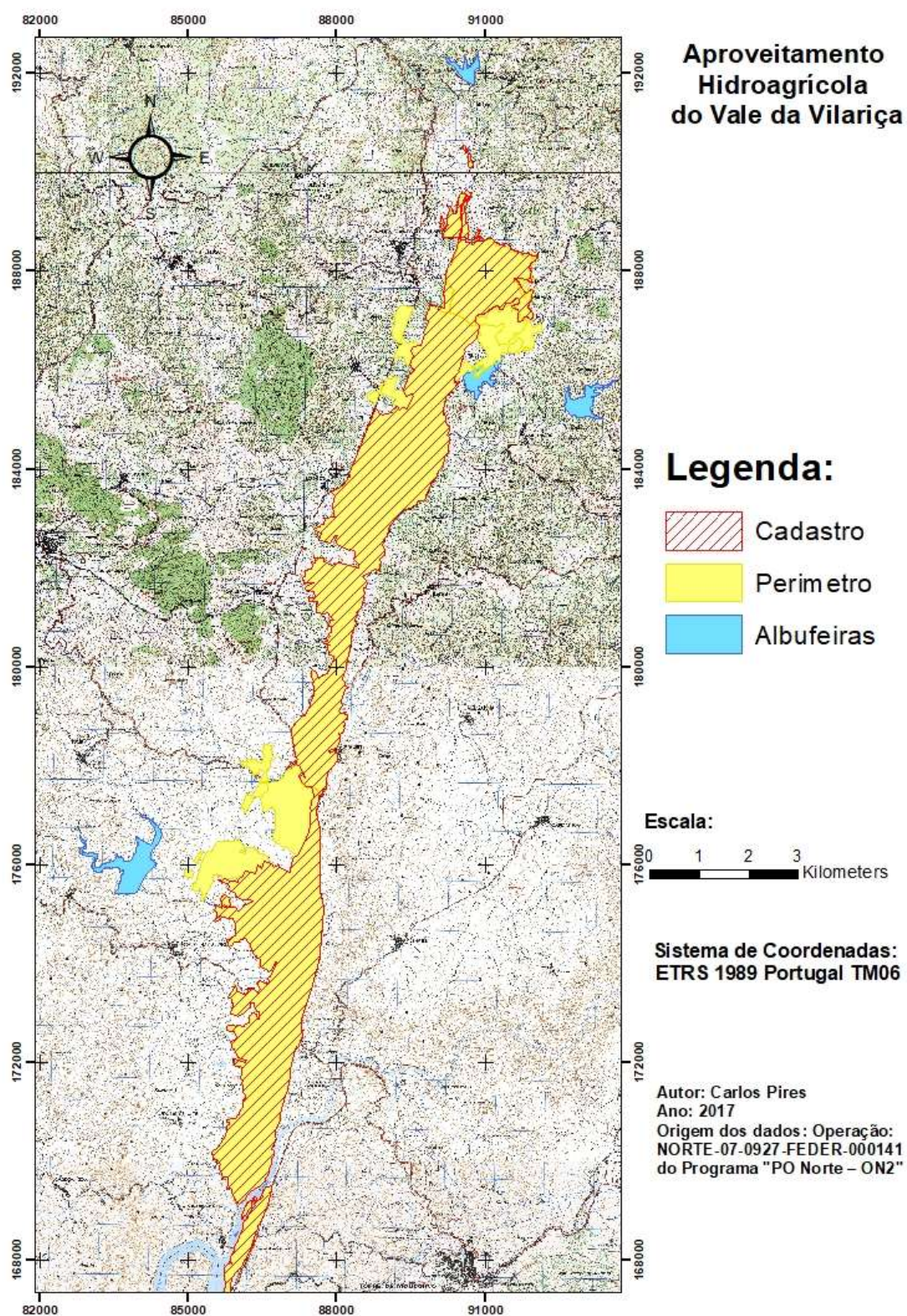


Figura 44 - Área alvo de cadastro no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2” e a área atual do AHVV.

Por fim, salienta-se que na produção do cadastro rústico não foram cadastradas as áreas regadas por regantes precários, dado estas se situarem fora do perímetro de rega oficial do AHVV que conforme já referido foi a área alvo para a realização desse mesmo cadastro. Estas áreas incluem as situadas junto ou na proximidade de zonas infraestruturadas do AHVV, mas que não estão integradas no perímetro oficial de rega ou mais afastadas e, portanto, com condições de fornecimento de água menos vantajosas ao nível de caudal e pressão. Esta situação assume particular relevância no Bloco da Burga, conforme representado na Figura 45.

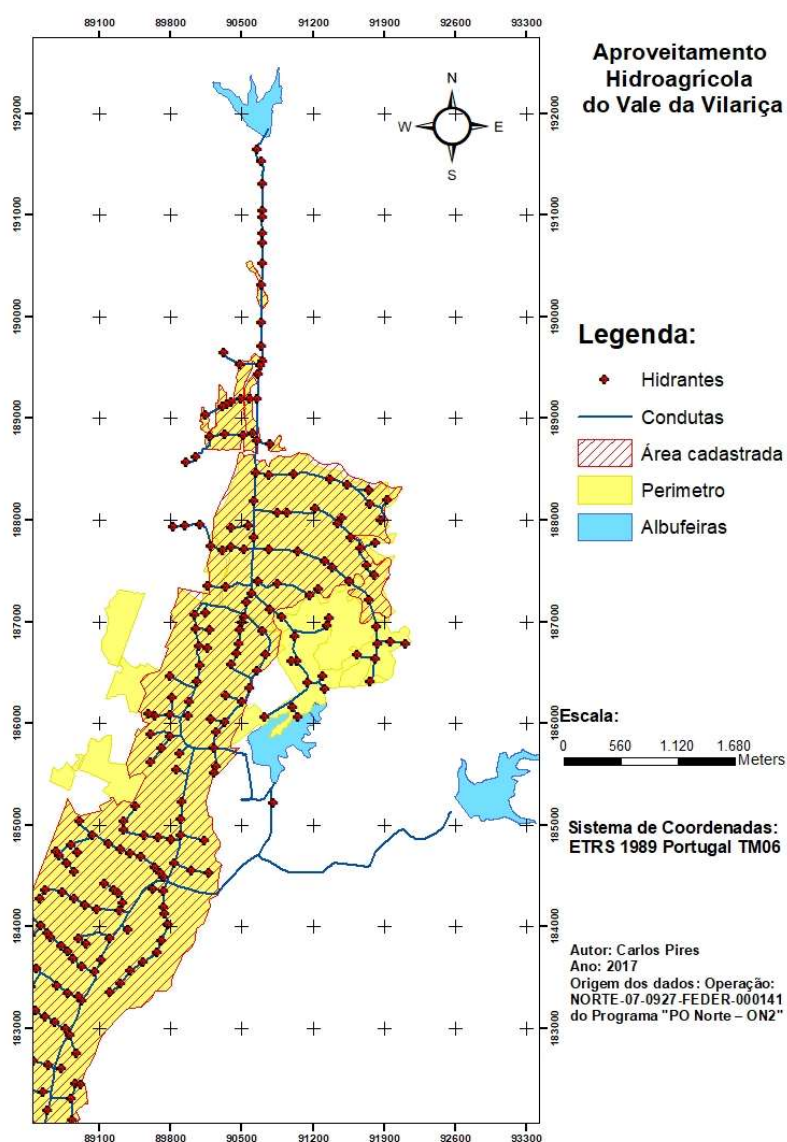


Figura 45 - Área cadastrada no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2”, rede de rega (condutas e hidrantes) e perímetro de rega atual correspondente ao Bloco da Burga e parte do Bloco Norte do AHVV.

Na Figura 46 é apresentada a área regada no Bloco da Burga e parte do Bloco Norte do AHVV durante a campanha de rega de 2017. Conforme se pode observar, é possível concluir que existe uma área significativa regada afeta a regantes precários, ou seja fora do perímetro de rega oficial e que à data da realização do cadastro não tinha sido identificada. Esta identificação decorreu posteriormente, no âmbito da realização do projeto ProDer e até à presente data, ou seja, até ao ano de 2017.

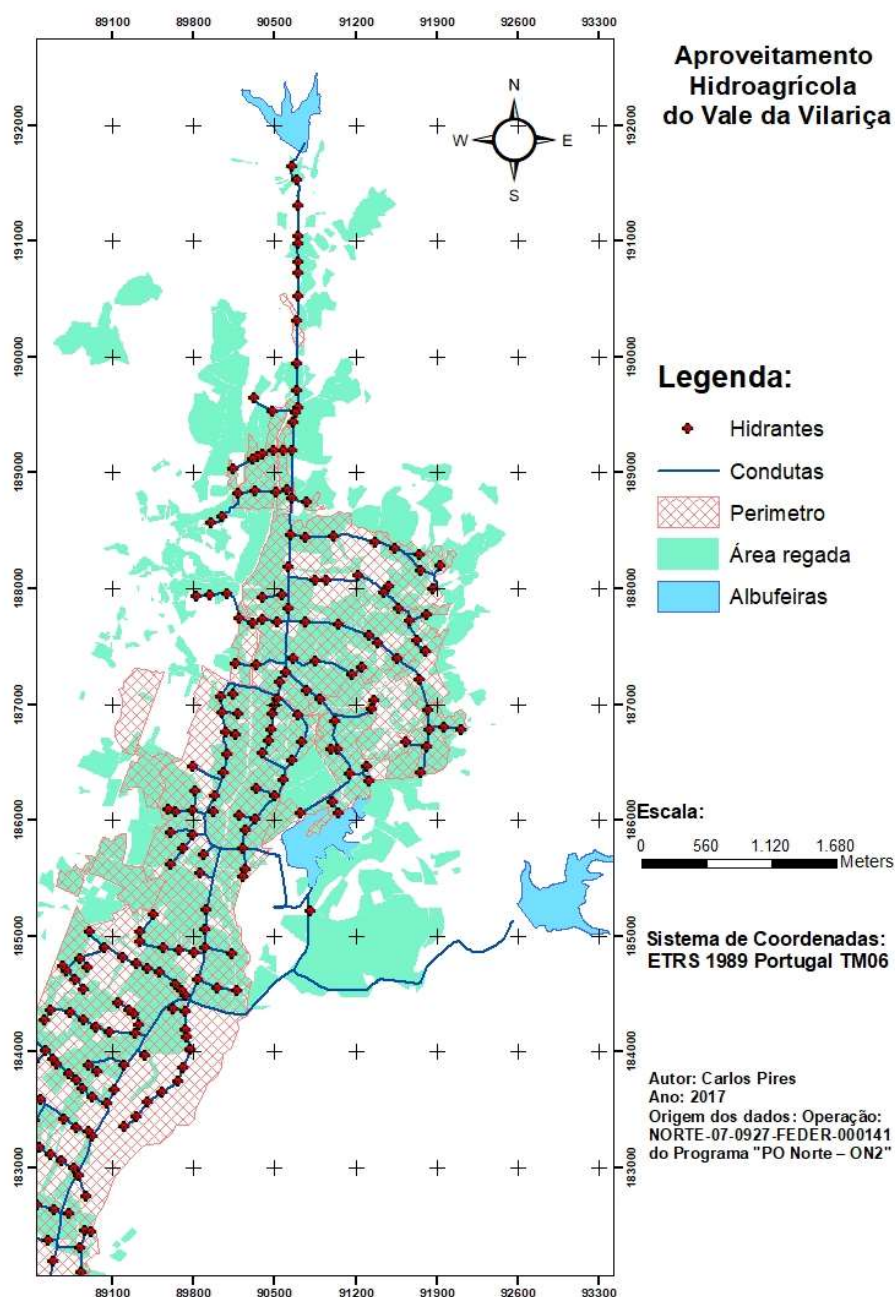


Figura 46 - Área regada dentro e fora do perímetro de rega a partir da infraestrutura de rega afeta ao Bloco da Burga e parte do Bloco Norte do AHVV.

O cadastro rústico é uma componente fundamental da informação necessária para uma correta gestão de um AH, nomeadamente no que concerne a:

- Cobrança da taxa de conservação a partir da identificação dos prédios inseridos no AH e dos respetivos proprietários;
- Cobrança da taxa de exploração a partir da identificação das áreas regadas e dos respetivos regantes, precários ou não, em função do binómio área e cultura regadas na inexistência de contagem da água consumida com recurso a contadores;
- Gestão das campanhas de rega tendo em conta a relação: disponibilidade de água nas albufeiras; necessidades culturais de rega dentro do perímetro; procura de água por regantes precários; variações climatéricas;
- Planeamento do território a médio e longo prazo nomeadamente em situações de expansão de perímetros de rega;
- Gestão de incidentes e notificação das partes interessadas, nomeadamente regantes.

O cadastro rústico produzido no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2” não foi ainda utilizado de forma contínua na gestão do AHVV e só o poderá ser quando forem reunidas as seguintes condições:

- Proposta de definição do perímetro oficial do AHVV pela ABVV à DGADR e sua aprovação pela tutela.
- Atualização do cadastro de prédios, parcelas e subparcelas entretanto efetuado, realização do cadastro para as áreas que estão atualmente em falta e ainda daquelas que potencialmente virão a fazer parte integrante do perímetro oficial do AHVV;
- No caso das subparcelas a classificação das mesmas deverá ser efetuada tendo em conta a classe de ocupação do solo, mas também se a mesma é regada ou não. Isto porque, na definição atual de subparcela é possível ter uma área regada e uma área não regada, por exemplo, vinha regada e não regada. Nestas situações deverão ser geradas duas subparcelas uma correspondente à área regada e outra correspondente à área não regada.
- Estabelecimento de associação relacional entre contador e subparcela regada. Esta relação permite relacionar logo à partida conceitos como: contador/cultura/área/entidade/taxa de exploração. Esta associação idealmente poderá ser obtida através da interligação entre a aplicação SIGAH e a aplicação SCADA (*Supervisory control and data acquisition*) que gere a telegestão.

6.3.2. Cadastro de infraestruturas

Pelas razões já expressas no Capítulo 5 ponto “5.3.2. Cadastro de infraestruturas” não foi possível efetuar na íntegra o cadastro das infraestruturas de armazenamento, transporte e distribuição da água de rega no âmbito da execução do projeto “PO Norte – ON.2”. De qualquer modo, parte representativa das infraestruturas afetas ao Bloco Sul, foram cadastradas de acordo com as regras topológicas definidas à data e a correspondente informação em formato *shapefile* foi introduzida no SIGAH para a realização de testes.

A Figura 47 representa geograficamente parte dos componentes da rede do Bloco Sul do AHVV que foi sujeita a cadastro.

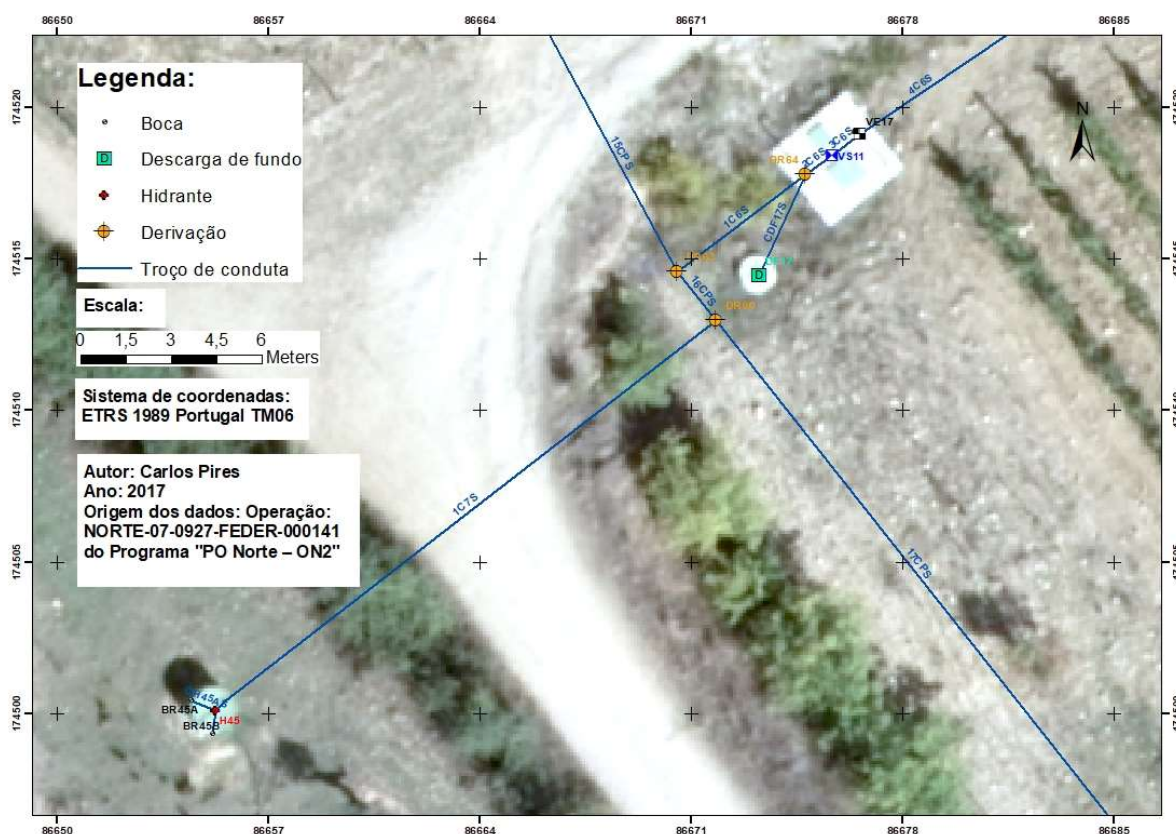


Figura 47 - Representação geográfica de uma pequena parte da rede de distribuição pertencente ao Bloco Sul do AHVV.

Até ao presente, função dos meios e recursos disponíveis e das prioridades estabelecidas pela ABVV, tem vindo a ser efetuada uma análise mais aprofundada da informação de base existente comparando-a sempre que possível com o instalado no terreno. Simultaneamente,

está a ser estudada a redefinição da topologia da rede de distribuição, em particular do conceito de nó, de forma a que a representação da mesma potencie a:

- Caracterização geográfica e alfanumérica por atributos dos diferentes componentes da rede;
- Realização de simulações hidráulicas com recurso a *software* compatível;
- Integração do SIGAH com SCADA (telegestão).

6.4. SIGAH

6.4.1. Arquitetura

Como já referido, o SIGAH tem como componente de suporte o APEX e o *MapServer* como núcleo central da componente SIG. Trata-se por isso de um *WebSIG* (SIG distribuídos pela *internet*) ou mais genericamente um SIGD (SIG Distribuído) dado que não depende da existência de *software* SIG instalado em computadores pessoais e por consequência não necessita que o utilizador instale qualquer licença de *software* SIG no seu computador (Barriguinha, 2008). Na essência, pretendeu-se que um conjunto de utilizadores com diferentes níveis de acesso, por exemplo, beneficiários de um dado AH e seus representantes, DRAPN ou Associação de Beneficiários, pudessem aceder a um conjunto de funcionalidades SIG a partir de um local com acesso à *internet* e de um *browser* independentemente dos seus conhecimentos nesta área.

A implementação do SIGAH assentou numa arquitetura híbrida. O SIGAH enquanto sistema *WebSIG* materializa-se através de protocolos já estabelecidos (Figura 48) onde o cliente envia o pedido ao servidor através de um *web browser* (1) e por intermédio de uma aplicação programada com linguagem compatível com os sistemas de informação *web* (2). Na etapa seguinte o servidor de mapas interpreta o pedido (3) e adquire os dados pretendidos que se encontram armazenados no servidor de dados (4), manipula-os, produz uma imagem (5) e envia-os ao cliente via HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) (6) (Condeça, 2009).

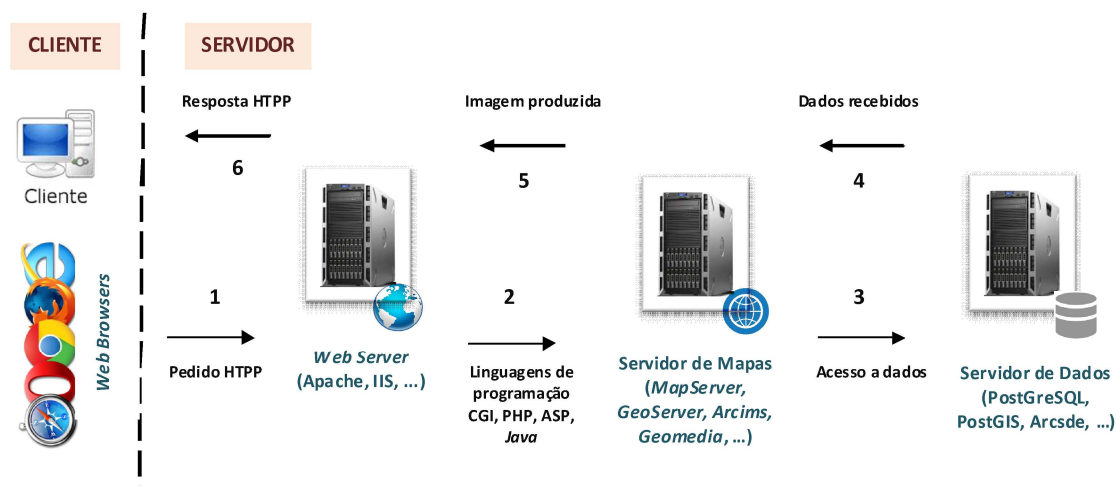


Figura 48 - Componentes principais de um WebSIG [Adaptado de (Condeça, 2009)].

O cliente funciona como interface para que os utilizadores possam interagir com os dados espaciais e com as funções de análise disponibilizadas pelo *WebSIG* (Condeça, 2009). Segundo Peng *et al* (2003), citado por Barriguinha (2008), dependendo do grau de interatividade, os clientes podem ser constituídos apenas por HTML, ou para aumentar a interatividade podem ser utilizados clientes com HTML dinâmica, *Plug-in*, *Java applets* e controlo *Active X*. Enquanto os SIG de *Desktop* utilizam a GUI (*Graphical User Interface*) do utilizador para construir o cliente, no *WebSIG* a *internet* é o seu cliente (Gomes, 2012).

A segunda componente do *WebSIG* inclui os servidores da *internet* e o de aplicações. O primeiro, também designado por servidor HTTP, permite responder aos pedidos dos *web browsers*, por norma através de páginas *web* estáticas. Segundo Moura (2006), citado por Gomes (2012), sempre que o grau de interatividade exigido é superior ao que pode ser oferecido pelo HTML, nomeadamente para páginas dinâmicas, também do lado do servidor é possível recorrer a extensões do tipo PHP (*Hypertext Preprocessor*), ASP (*Active Server Pages*) ou JSP (*Java Server Pages*).

Segundo Peng *et al*. (2003), citado por Barriguinha (2008), as principais funções do servidor de aplicações incluem: o estabelecimento, manutenção e o termo de ligação entre o servidor de *internet* e o servidor de mapas; interpretar os pedidos dos clientes e enviá-los ao servidor de mapas; gerir requisições concorrentes, o estado, transações e a segurança.

O servidor de mapas constitui o componente principal de um *WebSIG*, pois é ele que processa os pedidos dos clientes e gera resultados (Condeça, 2009). Executa as pesquisas espaciais, realiza a análise espacial, gera e transmite mapas para o cliente de acordo com as solicitações

dos utilizadores (Barriguinha, 2008). Fornece ainda componentes tradicionais dos SIG, onde se incluem: filtros de pesquisa, serviços de geocodificação, análise espacial, criação de mapas, entre outros (Gomes, 2012). Segundo Peng *et al.* (2003), citado por Barriguinha (2008), o *output* do servidor de mapas pode ser realizado de dois modos: envio para o cliente de diversos níveis de informação filtrada para manipulação posterior pelo utilizador ou uma imagem em formato gráfico.

Por último, o servidor de dados fornece os dados espaciais e não espaciais, em estruturas de dados relacionais ou não, possibilitando o acesso e gestão dos mesmos (Barriguinha, 2008).

O servidor de dados do SIGAH é ORACLE e como servidor de mapas optou-se pelo *MapServer*. O *MapServer* é um *WebSIG Open Source* e foi originalmente desenvolvido através do projeto *ForNet* da UMN (Universidade do Minnesota) em cooperação com a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e o Departamento de Recursos Naturais do Estado do Minnesota. Mais tarde foi desenvolvido no âmbito do projeto *TerraSip*, numa parceria entre a UMN, a NASA e um consórcio de interesses de gestão da terra (Foundation, 2016).

O SIGAH na sua componente geográfica foi desenvolvido a partir do *Mapscript* do *MapServer* utilizando *python* como linguagem de programação. A plataforma de trabalho (*framework*) associada ao *MapServer* denominada “SIG2000”, foi criada pela empresa que trabalhou em consórcio para o desenvolvimento da componente SIG com a empresa adjudicatária responsável pela produção do SIGAH.

O SIGAH está ainda preparado para fornecer *geo web services* via *MapServer* dos seguintes tipos:

- **WMS (*Web Map Service*)**: normaliza o processo de requerer mapas por parte dos clientes e também o modo como os servidores devem descrever e devolver os mapas (Furtado, 2006);
- **WFS (*Web Feature Service*)**: concebido para devolver informação geográfica em formato GML (*Geography Markup Language*), discreta e pronta a ser manipulada. Este serviço suporta operações de inserção, atualização, remoção, inquérito e pesquisa de entidades geográficas (Araújo, 2005);
- **WCS (*Web Coverage Service*)**: segundo Evans (2005), citado por Furtado (2006), o WCS é um serviço que suporta a troca de informação espacial sob a forma de coberturas, ou seja, informação que representa fenómenos de variação contínua no espaço. Enquanto

o WFS devolve a informação espacial em formato vetorial, o WCS devolve a informação em formato matricial (Condeça, 2009).

A Figura 49 representa de forma genérica a arquitetura do SIGAH.

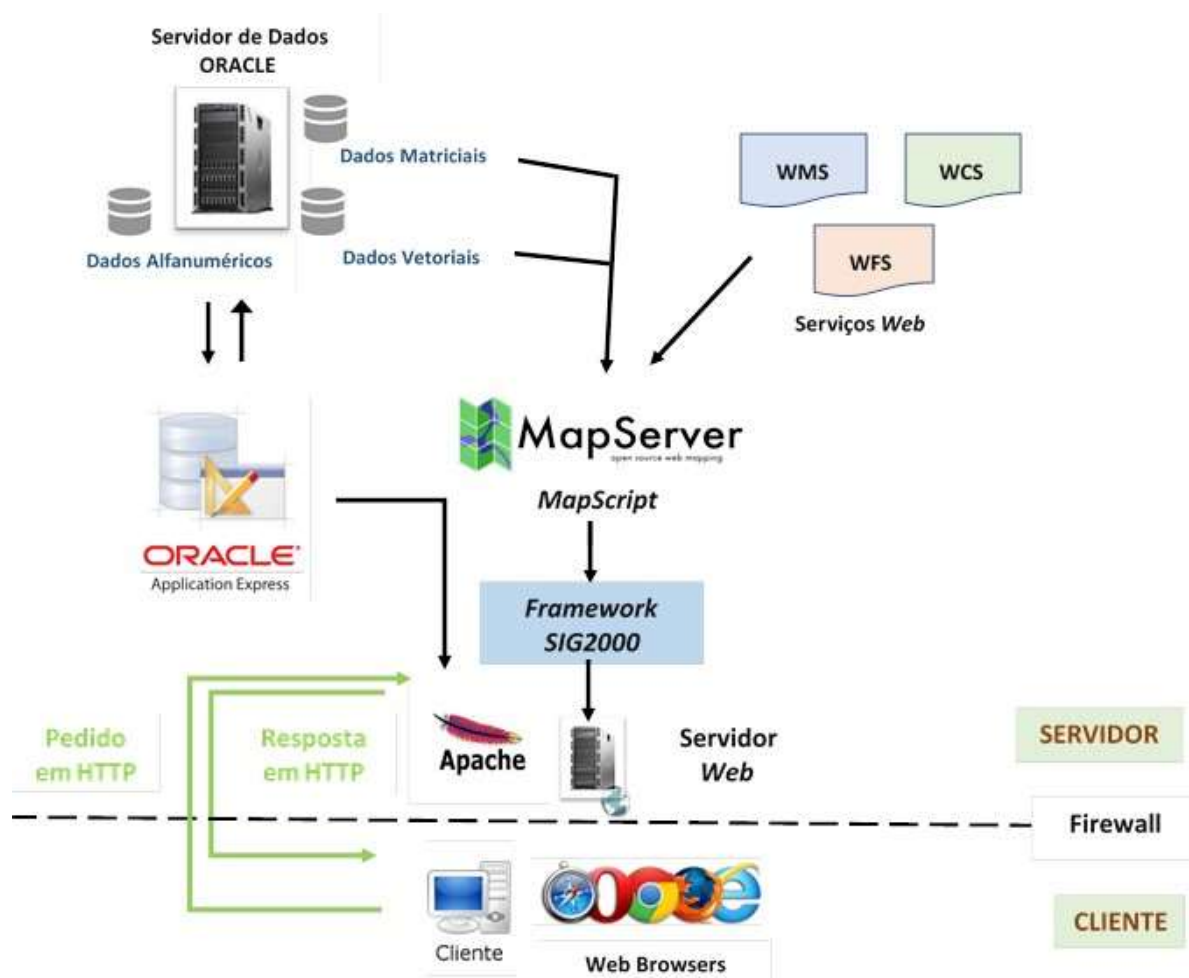


Figura 49 - Arquitetura do SIGAH.

No caso de entidades geográficas, a integração da componente alfanumérica (APEX) com a componente geográfica é realizada através da criação de ligações (*links*) entre os ecrãs alfanuméricos que tratam de elementos geográficos e os respetivos elementos SIG (ex. prédio, parcela, hidrante, entre outros).

6.4.2. Características gerais

O SIGAH é uma multiplicação na perspectiva em que permite uma aplicação para cada perímetro de rega ou AH. A aplicação foi desenvolvida tendo por base o AHVV, contudo permite a inclusão de novos perímetros de rega (aplicações), bastando para o efeito criar mais uma entrada na respetiva lista de valores e na atualização dos novos registos de configuração relativos à nova aplicação (Timestamp & DRAPN, 2013b).

O SIGAH apresenta as seguintes características técnicas gerais:

- Acesso *web* a partir de clientes registados no sistema, com navegador sobre *Windows*, *Linux* ou *Mac*;
- Comunicação com outros sistemas através de *WebServices* e XML (*Extensible Markup Language*), de acordo com os principais padrões internacionais e melhores práticas;
- Comunicação com serviços de: SMS (*Short Message Service*); *e-mail*; autenticação do cartão de cidadão; alertas automáticos de telegestão; registo de consumos de água;
- Garantia de privacidade e integridade da informação registada quer pela implementação de um sistema de permissões quer por administração do sistema que o suporta;
- Sistema modular, com possibilidade de replicação para outros perímetros de rega através das devidas adaptações e configurações;
- Sistema com níveis de acesso (perfis de dados) diferenciados de acordo com as características de cada entidade;
- Os ecrãs alfanuméricos que tratam de elementos geográficos, disponibilizam ligações para acesso direto aos respetivos elementos em mapa, caso por exemplo de prédios e parcelas (Timestamp & DRAPN, 2013).

As funcionalidades do SIGAH, na sua componente alfanumérica, estão representadas esquematicamente na Figura 50.

O grupo de funcionalidades denominado “Definições e Controlo” corresponde a um conjunto de ecrãs para a gestão da aplicação. Na “Administração” estão incluídos os seguintes ecrãs:

- **Ecrã de utilizadores:** registo e edição de utilizadores, sendo que cada utilizador está associado a uma entidade;
- **Ecrã de perfis:** criação e gestão de perfis funcionais, incluindo permissões a menus, ecrãs e relatórios;

- **Ecrã de Domínios:** definição de listas de valores para atributos;
- **Ecrã de configuração:** definição de um conjunto de variáveis e de informações de acordo com a necessidade do administrador;
- **Ecrã de perímetros de rega:** criação de novos perímetros de rega.

Ainda ao nível do grupo “*Definições e Controlo*”, as funcionalidades “*Auditoria*” e “*Histórico*” criam e disponibilizam relatórios tendo por base pesquisas efetuadas sobre ações efetuadas no sistema, nomeadamente ao nível de operações de inserção e modificação realizadas num dado período de tempo. As funcionalidades de “*Gestão de dados gerais*” incluem, nomeadamente, a gestão de quotas de associados.

A aplicação SIGAH integra ainda funcionalidades ao nível da gestão de: entidades; cadastro rústico e de infraestruturas; campanhas de rega; *stocks*; registos de incidentes na rede de rega, geração de notificações a utilizadores e registos de áreas afetadas e das intervenções na rede de rega quando aplicável. Por fim, de salientar ainda a disponibilização de módulo certificado de faturação de acordo com as normas legais em vigor para emissão de faturas e recibos.

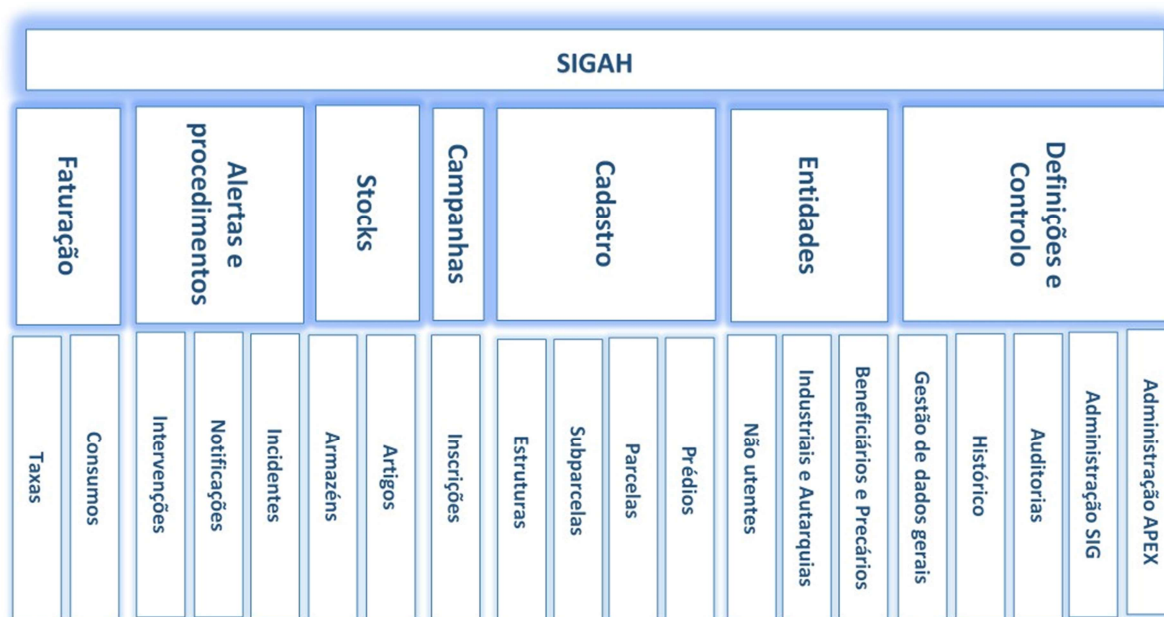


Figura 50 - Funcionalidades do SIGAH.

Ao nível da componente geográfica o SIGAH apresenta as seguintes funcionalidades principais:

- Visualização da informação geográfica por camadas (*layers*);

- Navegação sobre o mapa com disponibilização de ferramentas de: aproximação (*zoom in*); afastamento (*zoom out*) e de arrastar (*pan*) o mapa;
- Seleção por atributos ou por localização;
- Localização de pontos no mapa através da inserção das suas coordenadas (apenas no sistema de coordenadas ETRS 1989 Portugal TM06);
- Edição geográfica e alfanumérica dos elementos geográficos de cada um dos temas;
- Validação topológica;
- Compatibilidade com o formato *shapefile*.
- Gestão de metadados segundo a diretiva INSPIRE (Timestamp & DRAPN, 2013).

6.5. Sistema de telegestão

6.5.1. Componentes principais da telegestão

O sistema de telegestão instalado é composto pelos seguintes elementos principais:

- Rede de comunicações;
- Centro de controlo;
- Unidades locais;
- Unidades concentradoras;
- Unidades repetidoras.

6.5.1.1. Rede de comunicações

A rede de comunicações encontra-se dividida em duas subredes:

- rede 3G – garante as comunicações entre o centro de controlo as unidades concentradoras e as câmaras CCTV;
- rede RF 869 MHz garante as comunicações entre as unidades concentradoras e as unidades locais.

6.5.1.2. Centro de Controlo

Situado nas instalações da ABVV, o Centro de Controlo tem como principal função a visualização do estado de todo o sistema, dispondo nomeadamente e para o efeito, de dois servidores SCADA e de dois computadores, estes últimos “clientes SCADA”, a partir dos quais, entre outras operações, é possível: visualizar graficamente a rede, emitir relatórios, gerir alarmes e eventos, consultar dados históricos de consumos por contador e analisar graficamente tendências. O centro de controlo encontra-se esquematizado através da Figura 51.

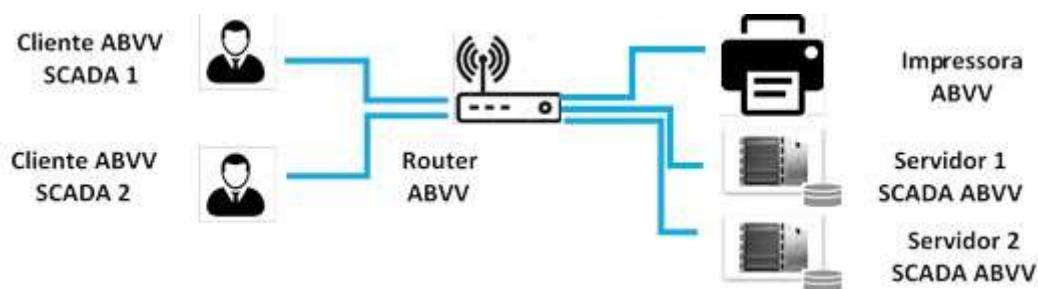


Figura 51 - Centro de Controlo [Adaptado de (Cegelec, 2015)].

A partir da aplicação desenvolvida tendo por base o software *Viewstar ICS*, os utilizadores têm acesso à rede de rega através da representação de todos os hidrantes em mapas com informação do estado das comunicações e das contagens dos contadores afetos a cada uma das bocas de rega relativos à data e hora da última leitura que também são apresentadas. Na Figura 52 encontra-se representado o mapa do Bloco de Rega da Burga.

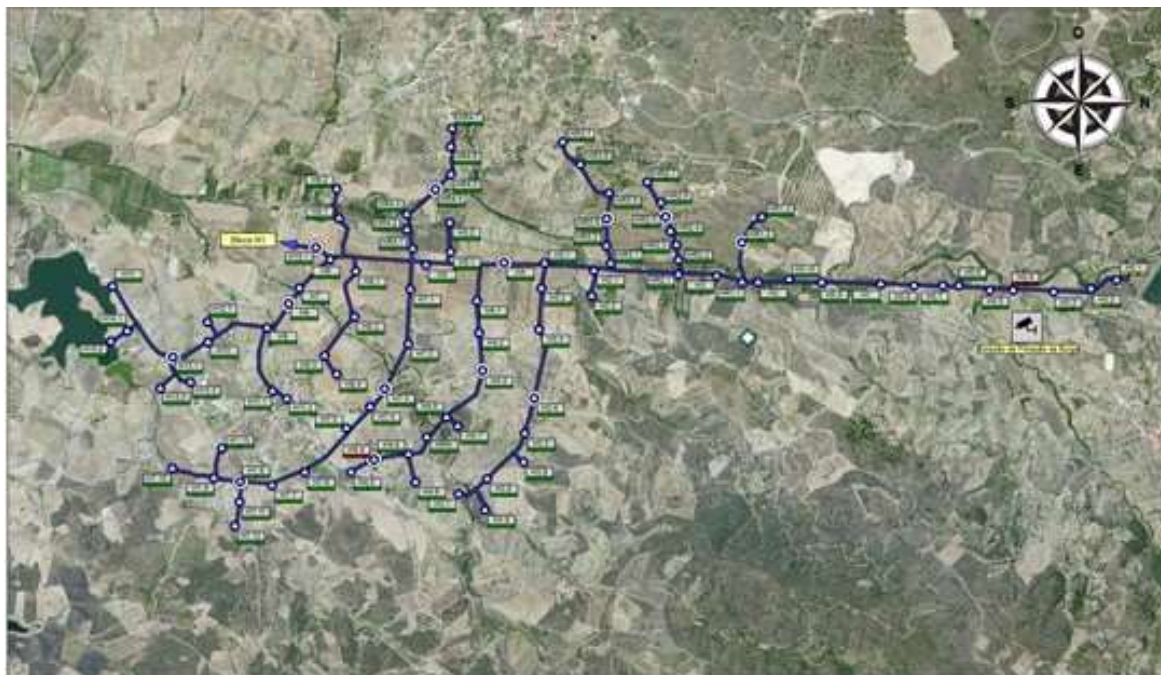


Figura 52 - Mapa do Bloco da Burga.

Através do acesso a cada um dos hidrantes, os utilizadores têm acesso a:

- informação das unidades locais (Figura 53):
 - estado de comunicações;
 - estado da bateria;
 - temperatura;
 - data e hora da última leitura;
- informação relativa a cada boca de rega (Figura 54):
 - contadores;
 - caudal instantâneo.
- Pressão (bocas de rega com transmissores de pressão) (Figura 53).

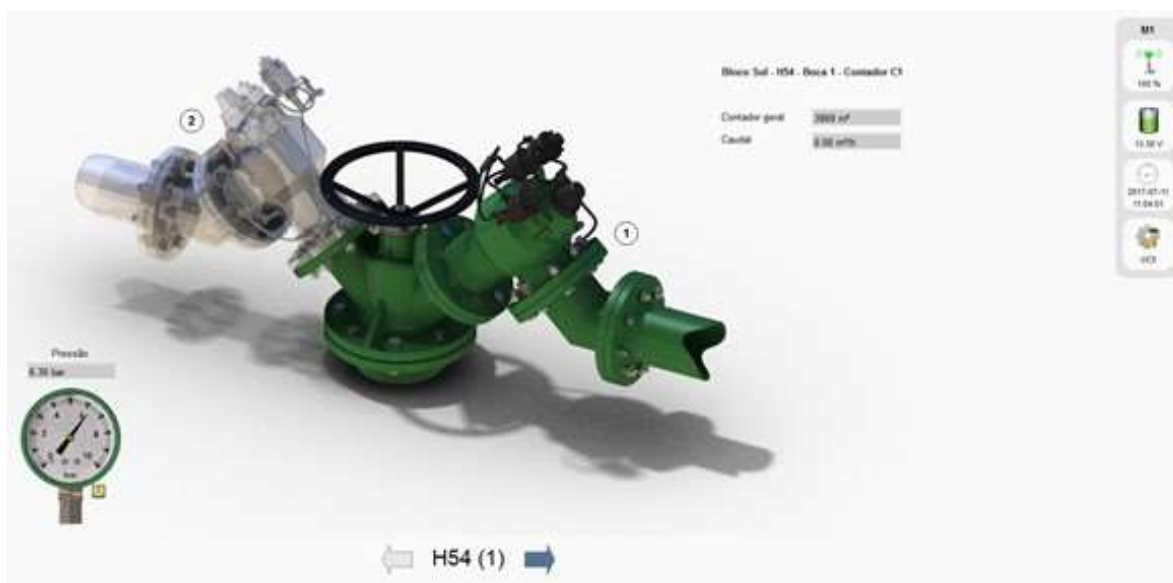


Figura 53 - Janela de hidrante (2 bocas), com informação relativa a pressão (canto inferior esquerdo) e à unidade local afeta a uma das bocas (canto superior direito).

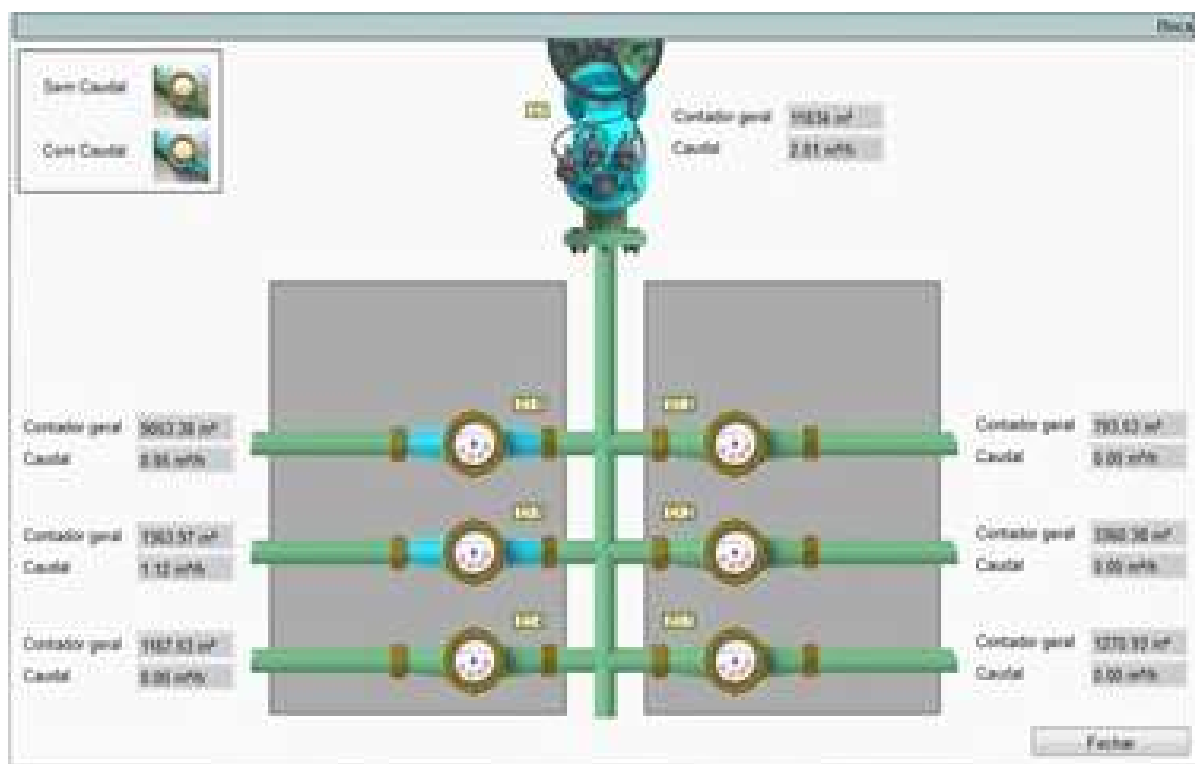


Figura 54 - Janela de detalhe da boca 1, do hidrante HR4.7, do Bloco da Burga.

6.5.1.3. Unidades Concentradoras

As Unidades Concentradoras são alimentadas a partir de painéis solares associados a baterias. Estão situadas ao longo do Vale da Vilariça em locais considerados como ideais para potenciar as comunicações. Efetuam a interligação entre as Unidades Locais e o Centro de Controlo, podendo, sempre que necessário recorrer à utilização de unidades repetidoras. Estão equipadas com dois rádios, um com interface *Ethernet* para ligação à rede 3G, e outro com interface série (RS232/RS485), comunicando respetivamente com o Centro de Controlo e as Unidades Locais (Cegelec, 2015), conforme representado pela Figura 55.

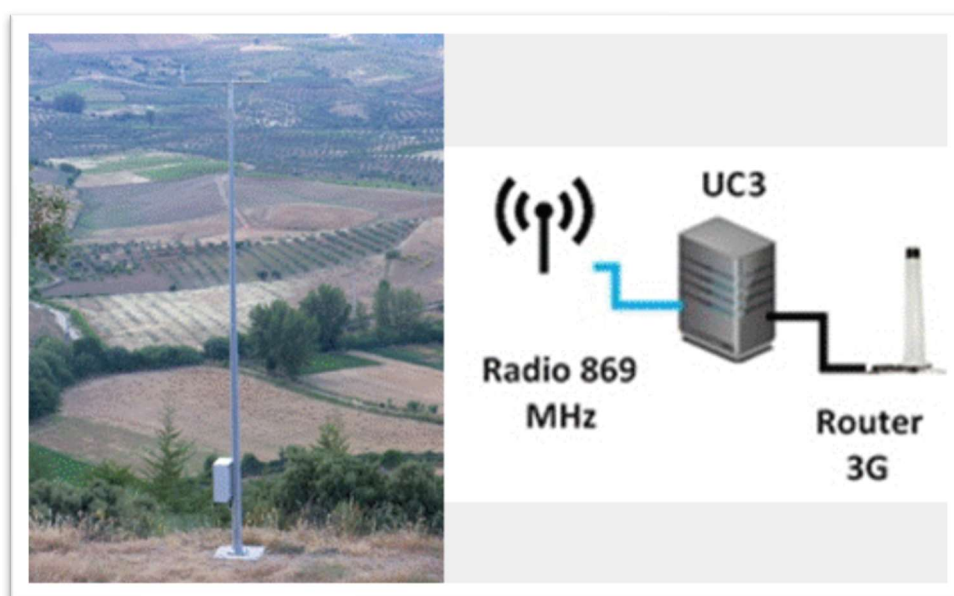


Figura 55 - Fotografia da UC3 instalada na Nossa Senhora dos Anúncios no Vale da Vilariça associada a respetiva representação esquemática [Adaptado de (Cegelec, 2015)].

6.5.1.4. Unidades Repetidoras

Certas *Unidades Locais*, seja por situações de localização e/ou de distância não têm receção de sinal da *Unidade Concentradora*. Neste caso utilizam-se as *Unidades Locais* como *Unidades Repetidoras*, através da configuração do pedido efetuado pela *Unidade Concentradora* que indica o caminho a percorrer para chegar à *Unidade Local* de destino (Cegelec, 2015).

6.5.1.5. Unidades Locais

As *Unidades Locais* constituem o elemento de nível inferior da hierarquia do Sistema de Telegestão, funcionando como um elemento de interface entre os equipamentos hidromecânicos (quando aplicável) e de medida instalados ao longo da rede de rega e o centro de controlo.

As *Unidades Locais* estão instaladas junto dos equipamentos hidromecânicos e comunicam com a *Unidade Concentradora* respetiva, via rádio. Todos os equipamentos eletrónicos de controlo e de comunicações, bem como de alimentação de energia, estão integrados em armário próprio estanque com grau de proteção adequado, instalado no interior da câmara de proteção de cada hidrante. Efetuam o controlo e monitorização das bocas dos hidrantes, dispondo das seguintes funcionalidades:

- Leitura de variáveis analógicas como o estado da bateria;
- Leitura de consumos de água por impulsos;
- Abertura e fecho de válvulas com base em comandos manuais (quando disponível);
- Aquisição de valores de pressão (apenas com transmissor de pressão instalado);
- Gravação de variáveis em memória não volátil (impedindo a perda de dados no caso de falha de energia) (Cegelec, 2015).

A Figura 56 mostra a manilha de um hidrante ao qual está associado um mastro, antena e painel solar. As Unidades Locais propriamente ditas, estão alojadas em caixa situada no interior da manilha.



Figura 56 - Hidrantes com mastro, antena e painel solar.

6.5.2. Configuração geral do sistema

Na Figura 57 encontra-se representada a configuração geral do sistema de telegestão.

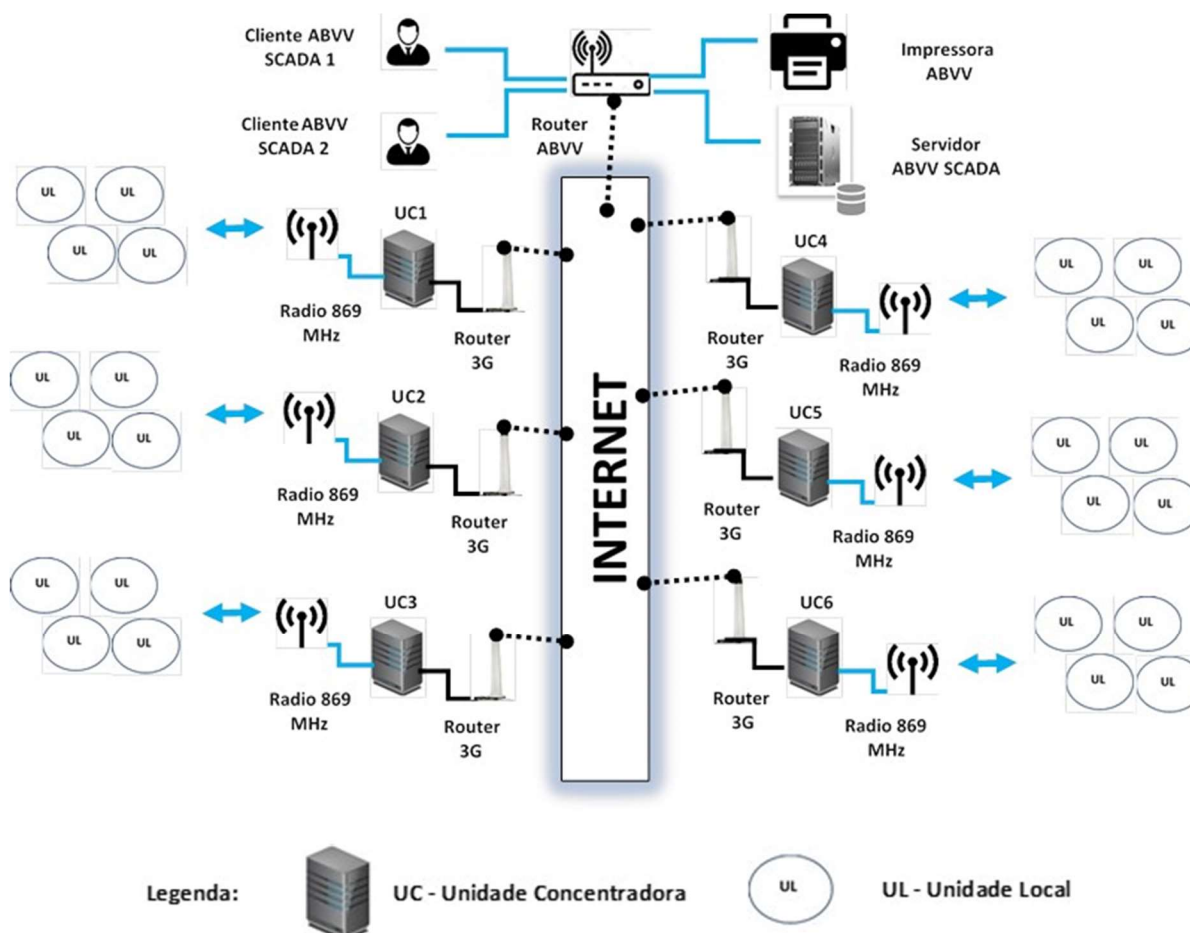


Figura 57 - Configuração geral do sistema de telegestão [Adaptado de (Cegelec, 2015)].

Após cerca de ano e meio de existência do sistema de telegestão instalado é já possível apresentar algumas das vantagens do mesmo enquanto ferramenta de gestão do AHVV. A principal vantagem reside em ter acesso aos consumos instantâneos de um dado contador num dado momento e aos registos dos consumos armazenados em histórico por ano, mês, dia, hora e de 15 em 15 minutos. Tal permite, nomeadamente:

- a) demonstrar perante os beneficiários os valores faturados no âmbito da aplicação da taxa de exploração;

- b) detetar potenciais situações de fugas a jusante do contador, portanto da responsabilidade do beneficiário e como tal alertá-lo sobre a necessidade de proceder à correspondente reparação do seu sistema de rega;
- c) detetar situações de consumo excessivo de água que se poderão dever a gestão e/ou dimensionamento deficientes do sistema de rega do beneficiário;
- d) detetar potenciais avarias nas bocas de rega com implicações na contagem pelos contadores, quando por exemplo, se comprova que o beneficiário rega a partir de dada ligação associada a um dado contador e simultaneamente não existe contagem de consumo registada na telegestão e no contador;
- e) Emitir relatórios de consumo, por exemplo, quando solicitados pelos beneficiários.

6.5.3. Dispositivos de medição de caudais

No Quadro 27, é efetuado o balanço entre equipamentos previstos, instalados e em armazém, no âmbito da execução do Sistema de Telegestão, especificamente no que concerne à instalação de contadores gerais e contadores diferenciais.

Quadro 27 - Equipamentos previstos, instalados e em armazém.

Equipamentos		Previstos	Instalados	Armazém
Unidades locais (*)		472	477	1
Contadores gerais		994	996	0
Contadores diferenciais e acessórios	DN 40 (1 1/2")	743	570	176
	DN 50 (2")	19	12	8
	DN 65 (2 1/2")	9	7	3
	Total	771	589	187
Caixas (solução A)	2 “contadores”	159	158	5
	3 “contadores”	65	64	1
	4 “contadores”	5	5	0
	Total	229	227	6
Módulos (Solução A)	2	114	92	5
	3	43	33	1
	2+2	19	29	0
	2+3	7	8	0
	3+3	6	10	0
	4+3	3	3	0
	4+4	1	1	0
	Total	193	176	6
Módulos (Solução B)	2P (1 terminal multiusuário)	114	29	83
	2P (2 terminais multiusuário)	5	3	4
	Total	119	30	87
Maciços		312	206	91

(*) incluem: unidade(s) eletrónica(s); mastro, antena rádio, painel solar.

O diferencial entre as *Unidades Locais* previstas e instaladas deveu-se ao facto de à data da execução da obra existirem 479 hidrantes e não 472 conforme previsto no projeto que serviu de base para a execução da obra. Foi decidido não instalar *Unidades Locais* nos hidrantes SH146 e SH147 dado a área onde se situam ficar geralmente submersa durante o Inverno, levando à destruição da componente eletrónica e impedindo por isso a comunicação com a respetiva *Unidade Concentradora*. As contagens nos contadores associados às bocas destes hidrantes são efetuadas no próprio local, dado os mesmos não estarem ligados à rede de telegestão. Uma destas *Unidades Locais* ficou em armazém e outra foi instalada num hidrante de duas bocas que tinha sido instalado recentemente a cargo do beneficiário e que serve uma área considerável fora do perímetro oficial de rega.

O AHVV dispunha de 999 bocas de rega das quais uma inativa, duas pertencentes ao hidrante instalado pelo próprio beneficiário que já dispunha dos respetivos contadores gerais associados e 996 bocas em que foi necessário proceder à instalação dos contadores gerais preparados para serem associados à componente de telegestão. Verificou-se um diferencial de dois contadores gerais entre previstos e instalados no decurso da obra.

Foram instalados um total de 589 contadores diferenciais associados a 176 módulos do tipo “*solução A*” e 30 módulos do tipo “*solução B*”. Ficaram no armazém da ABVV para necessidades futuras 187 contadores diferenciais, na sua grande maioria do tipo módulo “*solução B*”.

A título de balanço foram ainda:

- fornecidos um total de 776 contadores diferenciais face aos 771 que inicialmente estaria previsto instalar;
- fornecidas mais quatro caixas (*solução A*) e menos duas caixas (*solução B*) face ao previsto;
- Foram instalados menos módulos (*solução A*) do tipo “2” e do tipo “3” mas mais dos tipos “2+2”, “2+3” e “3+3”, ou seja, houve uma transferência das caixas que constituíam os módulos iniciais para a construção de novos módulos numa determinada fase da obra, tendo em vista dar resposta à procura de água em determinados hidrantes, face ao número relativamente elevado de ligações associadas às suas bocas;
- Não foram instalados 91 maciços face ao inicialmente previsto que corresponderiam ao suporte do mesmo número de módulos. Os módulos em armazém são 93 dado que no

balanço global foram fornecidos mais dois módulos face ao que inicialmente seria previsto instalar.

No âmbito da instalação dos contadores e equipamentos associados foram identificadas 967 ligações, das quais 212 em partilha, ou seja, ligações correspondentes a dois ou mais regantes ligados ao mesmo contador. Os contadores com ligações em partilha, eram em número de 60.

Na campanha de rega de 2017 estão identificadas 1104 ligações, das quais 294 em partilha. Os contadores com ligações em partilha são em número de 82. O número total de regantes identificados é de 549 beneficiários. A diferença de valores entre o ano de 2015 e 2017 deve-se à correção da informação que tem vindo a ser efetuada de modo contínuo quer ainda ao balanço positivo de adesão ao regadio nos últimos dois anos.

7. Conclusões

7.1. Síntese conclusiva

O modelo de projeto desenvolvido mostrou-se adequado ao trabalho que se propunha desenvolver. Assim:

- a aquisição local de fotografias aéreas e a produção de ortofotomapas permitiu obter um produto de elevada qualidade, quer em termos de resolução espacial quer de georreferenciação. Com base nestes ortofotomapas, foi possível atualizar e/ou criar toda a cartografia necessária à produção de cadastro rústico e de infraestruturas, apoiar a instalação do sistema de telegestão incluindo a redistribuição dos contadores diferenciais de acordo com as necessidades dos regantes;
- o “*caderno de conceitos, funcionalidades e procedimentos do sistema*” e o consequente modelo da base de dados relacional foram fundamentais para o posterior desenvolvimento da aplicação SIGAH;
- A aplicação SIGAH, na sua componente de suporte, foi desenvolvida em APEX, com o desenvolvimento simultâneo da componente SIG tendo por base o *WebSIG open source MapServer*, podendo ser aplicada noutros aproveitamentos hidroagrícolas;
- A instalação do sistema de telegestão constitui atualmente uma importante ferramenta de gestão ao serviço do AHVV.

O uso eficiente da água, particularmente para fins agrícolas, assumirá um papel cada vez mais importante na segurança alimentar dos povos, num contexto marcado pelas alterações climáticas e de forte pressão demográfica sobre a água e os solos. Neste sentido, a adoção de ferramentas SIG pelas entidades gestoras dos AH é fundamental para que estas possam gerir de forma eficiente o fornecimento de água aos beneficiários, de acordo com as necessidades hídricas das culturas ao longo do seu ciclo cultural e a disponibilidade de água existente durante esse mesmo período.

A evolução e crescente democratização da *web* nas últimas décadas associada à evolução dos SIG, particularmente ao nível da interoperabilidade, potenciou o desenvolvimento de novas técnicas de aquisição, análise e partilha de informação geográfica e de serviços baseados na localização e mapeamento *online* que culminou no surgimento dos *WebSIG*.

No AHVV, o desenvolvimento do SIGAH ao abrigo do projeto “PO Norte – ON.2” e a instalação do sistema de telegestão ao abrigo do projeto “ProDer”, visaram precisamente aumentar a eficiência na gestão da água, através da criação de condições que permitem produzir, aceder e atualizar informação relativa, nomeadamente, a: beneficiários, cadastro rústico e de infraestruturas, *stocks*, manutenção, incidentes, consumos e faturação.

Através do projeto “PO Norte – ON.2” foi possível: desenvolver a aplicação SIGAH; adquirir informação geográfica de base (extratos das Cartas Militares de Portugal em formato *raster* e vetorial); produzir ortofotomapas da área onde está inserido o AHVV; produzir cadastro rústico (prédios, parcelas, subparcelas) ainda que de forma incompleta, dado não incluir parte da área oficial atual e de cadastro de infraestruturas que se encontra também incompleto, face ao necessário, nomeadamente para a execução futura de simulações hidráulicas da rede.

Através do projeto “ProDer” foram instalados o sistema de telegestão (rede de comunicações, centro de controlo, unidades locais, unidades concentradoras, unidades repetidoras) e os dispositivos de medição de caudais (contadores). Adicionalmente, procedeu-se à identificação das ligações existentes em cada uma das bocas do AH e das respetivas entidades associadas a essas mesmas ligações de forma a proceder-se à distribuição dos módulos de contadores diferenciais.

Através do trabalho desenvolvido no âmbito da execução destes dois projetos tornou-se possível, nomeadamente:

- Criar um arquivo com os projetos e telas finais do AHVV fornecidos pela DRAPN;
- Iniciar o processo de inscrições por campanha de rega durante o ano de 2017 com a inscrição do beneficiário, área a regar e contador a afetar;
- Cobrar a taxa de exploração relativa à campanha de rega de 2016 tendo por base o consumo de água e a localização das áreas regadas. Este consumo é contabilizado por contador ao qual está associado uma ou mais subparcelas regadas, parte integrante de uma ou mais parcelas, exploradas por um beneficiário ou vários no caso de partilha da ligação;
- Identificar geograficamente incidentes e registar intervenções;
- Desenvolver outro tipo de tarefas ligadas à sistematização, edição e análise de informação.

7.2. Recomendações e principais limitações

Qualquer que seja o projeto, a qualidade do mesmo, decorre do compromisso conseguido entre o âmbito (trabalho requerido), o tempo e os custos (Figura 58).

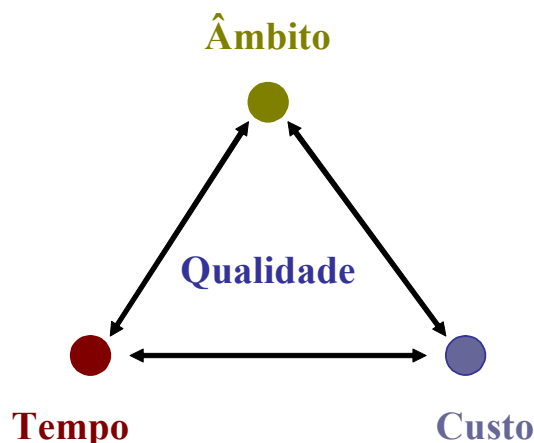


Figura 58 - Diagrama com as principais condicionantes da qualidade de um projeto.

Um projeto de qualidade elevada disponibiliza o produto ou serviço em conformidade com o âmbito, no prazo fixado e de acordo com o orçamento estabelecido.

Estabelecer o equilíbrio entre as exigências de prazo, trabalho, custo, qualidade, recursos e risco para criar um produto ou serviço de qualidade é um dos principais objetivos da equipa de projeto. Contudo, em projetos piloto como foi o caso do “PO Norte – ON.2”, a probabilidade de não se conseguir o ponto ótimo desse equilíbrio é maior. Especificamente, neste projeto em concreto é possível identificar os seguintes constrangimentos principais:

- Estabelecimento de objetivos excessivamente ambiciosos e por conseguinte irrealistas durante a fase de planeamento da candidatura do projeto;
- A equipa de projeto não tinha experiência no desenvolvimento de sistemas de gestão com aplicação SIG aplicados a AH;
- A equipa técnica da ABVV, parte integrante da equipa de projeto, foi constituída especificamente para a execução do projeto, não tendo, contudo, até à data do seu início experiência na gestão de AH;
- Fatores de contexto externos à equipa de projeto tiveram forte impacto na variável tempo, o que obrigou ao reajustamento da calendarização das diferentes atividades do projeto;

- Inexistência de telas finais dos Blocos da Burga e Norte só detetada aquando da elaboração do cadastro de infraestruturas do AHVV.

Ao nível do projeto “ProDer” como principais constrangimentos na sua execução, podemos realçar:

- A instalação dos dispositivos de medição de caudais inicialmente prevista pelo Empreiteiro teve por base informação de projeto que não correspondia ao instalado no terreno nos Blocos da Burga e Norte, precisamente os que não dispõem de telas finais da rede de transporte e abastecimento de água;
- A distribuição geral dos contadores diferenciais prevista para as bocas do AHVV não teve em conta a procura, ou seja, as ligações já efetuadas pelos beneficiários em cada um desses pontos de fornecimento de água pela rede.

Como recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros com as mesmas características, enumeram-se de forma sequencial as seguintes:

- Definição clara da área oficial do perímetro de rega do AH;
- Levantamento prévio de toda a informação existente incluindo a criação prévia de um arquivo com os projetos e telas finais do AH;
- Aquisição da cartografia de base e de ortofotomapas à escala 1:2000 ou superior, da área potencialmente regada que poderá incluir áreas fora do perímetro oficial de rega;
- Produção do cadastro de infraestruturas tendo por base as peças desenhadas presentes no arquivo com os projetos e telas finais, complementada com o levantamento das características dos equipamentos. Desta forma poderão ser efetuadas consultas de localização e caracterização técnica de cada um dos equipamentos que constituem as infraestruturas do AH;
- Levantamento geográfico de todos os pontos de ligação à rede, com identificação dos respetivos beneficiários e áreas regadas;
- Planeamento da instalação do sistema de telegestão, equipamentos de medição de caudais com base no cadastro de infraestruturas e no levantamento dos pontos de ligação à rede;
- Elaboração do cadastro rústico com identificação de prédios e parcelas e dos respetivos proprietários e titulares. Identificação das subparcelas, incluindo no caso das regadas a sua associação a um dado contador;

- Desenvolvimento da aplicação *WebSIG* de acordo com as características específicas do AH em causa.

8. Trabalho futuro

O trabalho a desenvolver depende sempre dos meios materiais e dos recursos humanos ao dispor função dos objetivos pretendidos. De qualquer forma, a curto prazo é de extrema importância atingir os seguintes objetivos:

- Finalizar o cadastro de infraestruturas e proceder ao seu carregamento na aplicação SIGAH;
- Realizar o cadastro rústico em falta e atualizar o já efetuado e proceder ao seu carregamento na aplicação SIGAH;
- Integrar a aplicação SIGAH com a aplicação SCADA do sistema de telegestão;
- Utilizar na gestão do AHVV e particularmente nas campanhas de rega a aplicação SIGAH integrada com a aplicação SCADA.

A médio e longo prazo os objetivos a alcançar são:

- Desenvolver a participação do SIG na gestão hidráulica das infraestruturas do AHVV, através da integração de *software* de simulação hidráulica com o cadastro de infraestruturas;
- Participar no desenvolvimento e implementação de um modelo agrometeorológico de apoio à gestão da rega para a região de Trás-os-Montes ou mesmo região Norte, tendo por base, por exemplo, o SAGRA desenvolvido e gerido pelo COTR;
- Efetuar a inspeção regular dos sistemas de rega das parcelas e em função dos resultados obtidos, fornecer recomendações no sentido dos beneficiários implementarem as ações corretivas e de melhoria preconizadas.

Bibliografia

- Almeida, L. M. (2015). Utilização das Normas de Interoperabilidade do Open Geospatial Consortium nos Organismos da Administração Pública em Portugal. *Dissertação Apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Geoinformática*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda.
- Almeida, S. (2007). Porposta de um modelo para a disseminação da informação geográfica nas autarquias locais. *Dissertação de Mestrado*. Braga: Universidade do Minho.
- Antenucci, J. C., Brown, K., Croswell, & Kevany, M. a. (1991). Geographical Information Systems. A guide to the technology. Van Nostrad Reinhold, New York, USA.
- Aranha, J. (2011). Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica. *Série didáctica*. Vila Real: UTAD.
- Araújo, M. A. (2005). Web Services na Informação Geográfica. *Dissertação de Mestrado em informática*. Braga: Departamento de Informática. Escola de Engenharia. Universidade do Minho.
- Aronof, S. (1991). Geographical Information Systems. A management perspective. Ottawa, Canada: WDL Publications.
- Barriguinha, A. F. (2008). ECO@GRO DIGITAL - Uma ferramenta WEBGIS de apoio na consultadoria e gestão agro-florestal. *Trabalho de projeto apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica*. Instituto Superior de Estatística e Gestão da Universidade Nova de Lisboa.
- Bello, M. (2008). Integracion de los procesos agronómicos e hidráulicos del riego a presión en an entorno SIG para la gestión eficiente de Comunidades de Regantes. *Tesis doctoral*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.
- Bento, R. (2012). Os SIG e a construção de modelos territoriais no âmbito do planeamento municipal. *Grupo de Estudos Territoriais - UTAD. Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica. Seminário I - SIG e Ordenamento Urbano*. Vila Real.

- Cegelec. (2015). Automação e Telegestão do Perímetro de Rega do Vale da Vilariça. Manual de Operação e Manutenção - Sistema SACADA. Cegelec - Instalação e Sistemas de Automação, Lda.
- Condeça, J. J. (2009). Aplicações SIG no apoio aos processos de licenciamento na ARH do Alentejo, I.P. O caso das captações de água. *Dissertação de Mestrado*. Lisboa: Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação. Universidade Nova de Lisboa.
- COTR. (1 de Agosto de 2017). *Sagranet*. Obtido de COTR: <http://www.cotr.pt/servicos/sagranet.php>
- Cunha, S. M. (Outubro de 2009). O SIG ao Serviço do Ordenamento do Território: Modelo de Implementação. Trabalho de Projeto aplicado ao Município de Felgueiras. *Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Universidade do Porto.
- DGADR. (2014). Estratégia para o regadio público 2014-2020. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.
- Dorca, C. C., Luvizotto Jr, E., & Andarade, J. G. (nd). Aspectos da implantação de um SIG em pequenos e médios abastecimentos de água.
- DRAPN. (2012). Caderno de Conceitos e Procedimentos. Definição e implementação da capacidade institucional para a gestão sustentável de aproveitamentos hidroagrícolas. *ON2 - O Novo Norte. Programa Operacional Regional do Norte*.
- DRAPN, & Prosistemas. (2012). Melhoria da operacionalização, da gestão e da eficiência do Perímetro Hidroagrícola do Vale da Vilariça. Lote 2 - Automação e Telegestão do Perímetro Hidroagrícola do Vale da Vilariça. Projeto de Execução. Memória Descritiva e Justificativa. T661.1.4. DRAPN.
- EPA. (8 de Agosto de 2017). *EPANET*. Obtido de EPA: <https://www.epa.gov/water-research/epanet>
- ESRI. (July de 1998). ESRI Shapefile Technical Description. *An ESRI White Paper*. ESRI.
- Faria, N. A. (2006). Suporte à edição cooperativa de Informação Geográfica em ambiente Web. *Dissertação de Mestrado em Informática*. Braga: Departamento de Informática. Escola de Engenharia. Universidade do Minho.
- Fernandez, P. A., Monteiro, J. A., Frazão, F. N., & Simões, F. J. (2007). Sistema de Informação Geográfica (SIG) para exploração e gestão do Aproveitamento

- Hidroagrícola de Idanha-a-Nova. *Relatório Técnico I*. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Fernandez, P., Simões, F., Frazão, F., Monteiro, J. M., Afonso, F., Roque, N., & Vilela, B. (2007). Os Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta de Apoio à decisão na exploração e gestão de Arpoveitamentos Hidroagrícolas - GestRegaSIG. *II Congresso Nacional de Rega e Drenagem*. Fundão.
- Ferreira, J. R. (2005). A Geografia da Sociedade de Informação. http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/095.pdf. (Acedido em 06-12-2016).
- Fortes, M. d. (2007). *Sistema de Informação Geográfica na Gestão do Cadastro Urbano Municipal aplicado ao Município da Praia. Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica*. . Lisboa: Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa .
- Foundation, O. S. (2016). *Mapserver*. Obtido em 27 de 12 de 2016, de <http://mapserver.org/>
- Furtado, D. N. (2006). Serviço de visualização de informação geográfica na web. A publicação do Atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service. *Dissertação de Mestrado*. Lisboa: Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação. Universidade Nova de Lisboa.
- Gomes, P. M. (2012). Desenvolvimento de um Sistema de Informação e Apoio à Gestão Florestal baseado em Tecnologia Open Source. *Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Guilherme, A. M. (2008). *Cadastro Predial Multifuncional Municipal. Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Estatística e Gestão de Informação* . Lisboa: Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa.
- Luís, C. (2012). *Relatório de Cobertura Aérea*. Oeiras: Municipia, E.M., S.A.
- Maia, J., & Santos, M. (2008). A importância da meteorologia no uso eficiente da água na agricultura. *Jornadas Técnicas. Importância da Meteorologia na Agricultura*. Beja.
- Martins, S. N. (2013). Aplicação de um modelo de dimensionamento e simulação de redes de rega sob pressão em ArcMap. *Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Geomática. Ramo de Ciências de Informação Geográfica*. Universidade do Algarve.

- Moura, J. P. (2016). Cartografia Temática e Disponibilização do SIG na WEB - Documentos de apoio . Vila Real.
- Oliveira, I., Maia, J., & Teixeira, J. L. (2004). O sistema agrometeorológico para a gestão da rega no Alentejo - SAGRA como serviço de avisos de rega para o Alentejo. 7.º *Congresso da Água* (pp. 1-23). Lisboa: Associação Portuguesa dos REcursos Hídricos.
- Oliveira, P. A., Perdigão, A. M., Morgado, P., & Rocha, J. (s.d.). Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na gestão da água: o caso do Aproveitamento Hidroagrícola do Caia.
- Oracle. (2017). *Oracle Application Express (APEX)*. Obtido de <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/apex/overview/index.html>
- Perdigão, A. (2003). SIG na gestão da água para a agricultura. *Finisterra*, XXXVIII, 76, pp. 121-131.
- QGIS. (9 de Agosto de 2017). *QGIS Python Plugins Repository*. Obtido de QGIS: <https://plugins.qgis.org/plugins/ghydraulic/>
- Rodrigues, F. A. (2013). Evolução da Representação Cartográfica: O Passado, Presente e Futuro dos mapas. *Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial aplicados ao Ordenamento*. Lisboa: Universidade de Lisboa. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território.
- Russo, A. M. (2013). Hidráulica Agrícola e Desenvolvimento Rural. Estudos e Projetos. Relatório Detalhado Integrador e Crítico da Atividade Profissional. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica - Ramo de Engenharia Rural* . Lisboa: Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa.
- San-Payo, M. L., & Jesus, J. M. (s.d.). Exemplo de uma solução GIS desenvolvida para o Aproveitamento Hidroagrícola Lucefecit. *VI Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica*.
- SIGOPRAM. (9 de Agosto de 2017). *SIGOPRAM - Aplicación GIS para diseño y gestión optimizada de redes de riego a demanda*. Obtido de <http://sigopram.es/>
- Silvestre, I., Caetano, J., & Correia, T. (2015). GISWATER - Uma solução integrada para gestão de redes de abastecimento de água. Um caso de estudo na Quinta do Lago. *Atas da 6ª Conferência de Software Aberto para SIG – SASIG* (p. 3 a 8). Lisboa: ISCTE – IUL.

- TEG. (2012). *Pontos fotogramétricos. Fichas de indentificação*. Mirandela: TEG - Consultores de Engenharia, Lda.
- Teixeira, J. L. (2006). Programa ISAREG – Manual do Utilizador. Departamento de Engenharia Rural. ISA. UTL.
- Teixeira, J. L. (2 de Agosto de 2017). *ISAREG*. Obtido de ISA: <http://home.isa.utl.pt/~jlteixeira/index.htm>
- Timestamp, & DRAPN. (2013). Levantamento de Requisitos. SIGAH - Sistema de Informação e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas. Versão 1.6. Timestamp, Sistemas de Informação, S.A.
- Timestamp, & DRAPN. (2013b). Análise Funcional de Requisitos. Sistema Geográfico para aproveitamento hidrográfico. Versão 1.1. Timestamp, Sistemas de Informação, S.A.
- Timestamp, & DRAPN. (2013c). Plano de Testes. SIGAH. Versão 1.1. Timestamp, Sistemas de Informação, S.A.
- Todorovic, M., & Steduto, P. (2003). A GIS for irrigation management. *Physics and Chemistry of the Earth* 28, pp. 163-174.
- Vaz, L. C. (2015). Aplicação de um modelo de simulação hidráulica num sub-bloco do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira. Integração com Sistema de Informação Geográfica. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior Agrária.
- Vilas-Boas, P. R. (2008). Modelação de uma rede de distribuição de água. *Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil - Especialização em Hidráulica*. FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Universidade do Porto.