



SIGIPR - Sistema de Gestão Integrado de Perímetros de Rega

Desenvolvimento/aperfeiçoamento do Sistema de Gestão Integrado para os Perímetros de Rega dos Regadios de Ródão

José Carlos Lopes Soares

Orientadores

Professor Doutor António Francisco Canatário Duarte

Professor Francisco Noronha Galvão Franco Frazão

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Recursos Hídricos, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor António Canatário Duarte e Professor Francisco Franco Frazão, do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Dezembro de 2018

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Composição do júri

Presidente do júri

Professor Doutor Celestino António Morais de Almeida

Vogais

Professor Doutor Paulo Alexandre Justo Fernandez

Professor Adjunto, Escola Superior Agrária de Castelo Branco

Professor Doutor António Francisco Canatário Duarte

Professor Adjunto, Escola Superior Agrária de Castelo Branco

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Dedicatória

A todos aqueles que pela sua ajuda, incentivo e amizade, me permitiram concluir este trabalho.

Ao Eng. Filipe Alberto Marques da Silva Carreiro (in memorian), nosso professor no curso de Mestrado.

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Agradecimentos

Aos meus orientadores, Professores António Canatário Duarte e Francisco Franco Frazão pela transmissão de conhecimentos, disponibilidade e empenho.

Ao Eng. Joaquim Ribeiro, e a toda a equipa da Divisão de Infraestruturas e Ambiente da DRAPC, pelo seu incentivo desde o primeiro dia ao desenvolvimento da aplicação do SIGIPR.

Também a todos os meus professores e colegas do curso de mestrado, pela amizade que se criou.

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Resumo

O presente estudo tem como objectivo o desenvolvimento de uma aplicação com um conjunto de módulos programados para o cumprimento da legislação e regulamentação legal em vigor, de forma a automatizar os procedimentos de gestão para um Perímetro de Rega genérico, bem como de apoio ao fornecimento de dados para a produção de documentos necessários ao seu funcionamento.

Com essa finalidade foi criado o SIGIPR (Sistema de Gestão Integrado de Perímetros de Rega) para a gestão de um Perímetro de Rega dum Aproveitamento Hidroagrícola, de forma a dar cumprimento ao estabelecido no DR n.º 86/82 de 12 de Novembro (estabelece a base dos Regulamentos das Juntas de Agricultores para os pequenos regadios de interesse local, definindo as atribuições das Juntas de Agricultores, estabelecimento das Taxas, respectivos critérios e valores a cobrar), e ainda, o Decreto-Lei n.º 86/2002 de 6 de Abril, que actualiza o regime jurídico das obras de aproveitamento hidroagrícola estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 269/82 de 10 de Julho, que estabelece e actualiza um conjunto de regras e procedimentos, nomeadamente quanto às Taxas de Conservação e Exploração e à liquidação e cobrança das mesmas taxas.

O SIGIPR - Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão, é uma aplicação informática desenvolvida de base para a gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas dos Regadios de Ródão, nas suas componentes de identificação cadastral e parcelar actualizada, identificação de regantes, campanhas de rega, emissão automática da facturação de cada regante para efeitos das Taxas Conservação/Manutenção e Exploração, produção de informação sobre a forma como está a ser utilizada a água relativamente à optimização na sua utilização, monitorização do comportamento hidráulico das barragens do Açafal e Coutada, monitorização das Estações elevatórias ou de Bombagem, e produção diária de informação das necessidades hídricas das culturas mais representativas dos dois Aproveitamentos Hidroagrícolas. O SIGIPR foi desenhado de forma a ser uma aplicação customizável que permita a sua adaptação às realidades e necessidades de outros Aproveitamentos Hidroagrícolas com as mesmas tipologias, e tendo em conta os baixos recursos que as Juntas de Agricultores ou similares dispõem.

A evolução da actual versão com o desenvolvimento de novas funcionalidades, está a ser executada no âmbito do Projecto Final do Curso de Mestrado em Gestão de Recursos Hídricos, da ESA-IPCB.

Palavras chave

Aproveitamentos hidroagrícolas, juntas de agricultores, Regadios de Ródão, ferramentas de gestão, sistema SIGIPR, Vila Velha de Ródão.

Abstract

The main objective of this study is the development of an application, with a some programmed modules, that give observance of actual laws and rules, which allow automation the management of an irrigation district, as well as the support of data to produce some administrative documents.

With this finality, it was developed the SIGIPR (Integrated Management System for Irrigation Districts) is a tool of a Farmers Associations for management of an Irrigation Scheme, in order to perform the established in the DR nº 86/82, 12 November (establish the basis of the rules for small irrigation schemes with local interest, defining the assignments of Farmer Associations, establish the water rates, their criteria and values to be charged), and, with the DR nº 86/2002, April 6, updating the legal status of the irrigation project works established by DR nº 269/82, 10 July, and establish and updating a set of rules and procedures, namely the conservation and exploration rates and the charging of the same rates.

The SIGIPR it's a informatics tool completely developed for management the Irrigation District of Regadios de Ródão, in their components, terrain and fields identification, farmers identification, irrigation seasons, automatic emission of invoice for each farmer to charge the Conservation and Exploration Rate, production of information about the form how the water is used relatively to the optimization of their utilization, evaluation of the hydraulic behavior of Açafal and Coutada dams, evaluate the pumping units, and diary production of water requirements of most representative crops in both Irrigation Districts. The SIGIPR was designed to be a customizable application, that allow it adaptation to the reality in others Irrigation Districts with the same characteristics, and taking account the low resources available in the Farmer Associations.

The evolution of the actual version, with development of news functionalities, is being executed in the scope of Final Project of the Mastre Degree in Water Resources Management.

Keywords

Irrigation Districts, Farmer Associations, Regadios de Ródão, management tools, SIGIPR system, Vila Velha de Ródão.

Índice geral

1. – Introdução	1
1.1. – Enquadramento e atualidade	1
1.2. – Organização do documento	2
1.3. – Objectivos do estudo	2
2. – Caracterização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas	3
2.1. - Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal	5
2.2. - Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujaís	7
3. – Metodologias para o desenvolvimento do Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão, para as áreas beneficiadas pelos Regadios de Ródão (SIGIPR)	9
3.1. – Organização da informação antes do sistema SIGIPR	10
3.2. – Ferramentas informáticas usadas	10
3.2.1 – Interface de acesso e de programação	10
3.2.2 – Sistema de informação geográfica	11
3.3. – Módulos do Sistema SIGIPR	11
3.3.1. – Cadastro e Identificação Parcelar	12
3.3.2. – Proprietários, Rendeiros e Beneficiários externos	13
3.3.3. - Campanha de Rega	15
3.3.4. – Taxa de Conservação/Manutenção e Exploração	16
3.3.5. – Facturação	17
3.3.6. – Estações elevatórias e de bombagem	18
3.3.7. - Monitorização do armazenamento nas barragens do Açafal e Coutada	19
3.3.8. - Sistema de Rega	20
4. – Rede Meteo	21
4.1. – Rede de estações meteorológicas	21
4.2. - Horas de Frio	22
4.3. - Dados dos solos e das culturas	23
4.4. - Cálculo da Evapotranspiração	25
5 – Aplicação do sistema SIGIPR às Campanhas de Rega	31
5.1. – Acompanhamento das Campanhas de Rega	32
5.2. - Elaboração dos Relatórios da Campanha de Rega	33
6. – Conclusões e perspectivas futuras de trabalho	34

6.1. - Conclusões	34
6.2. – Perspectivas futuras de trabalho	34
Bibliografia	36

Separata A – Manual da estrutura da aplicação SIGIPR (Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão), aplicação no ArcGis e “outputs” para impressão

Separata B – Estrutura da aplicação METEO do SIGIPRR (Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão)

Separata C – JARR - Regulamento n.º 01/2014 de 28 de Novembro (Regulamento para as Campanhas Anuais de Rega)

Separata autónoma – JARR – Resumo da Campanha de Rega de 2017

Índice de figuras e quadros

Figura 2.1. - Precipitação no ano hidrológico 2017 (01/10/2016 a 01/10/2017)	3
Figura 2.2. - Distribuição anual da temperatura média e humidade relativa média de Outubro de 2008 a Setembro de 2017	4
Figura 2.3. - Mapa com a área do perímetro de rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal	5
Figura 2.3. - Mapa com a área do perímetro de rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal	7
Figura 3.1. - Organograma de funcionamento	9
Figura 3.2. - Menu Principal - AH da Coutada	11
Figura 3.3. - Módulo de Identificação Cadastral	12
Figura 3.4. - Módulo de Identificação Parcelar	13
Figura 3.5. - Módulo de Identificação de Regantes	14
Figura 3.6. - Módulo de Identificação de Externos	14
Figura 3.7. - Módulo da gestão das Campanhas de Rega	15
Figura 3.8. - Módulo das Taxas de Conservação/Manutenção	16
Figura 3.9. - Módulo das Taxas de Exploração – Áreas	16
Figura 3.10. - Módulo de preparação de Facturação	17
Figura 3.11. - Módulo de monitorização da Estação Elevatória da Coutada	18
Figura 3.12. - Módulo de Monitorização da Barragem do Açafal	19
Figura 3.13. - Módulo do Sistema de Rega	20
Figura 4.1. - Menu Principal do módulo Rede Meteo	21
Figura 4.2. - Módulo dos dados das estações meteorológicas, com gráfico de temperatura mínima, máxima e média	22
Figura 4.3. - Módulo de registo e cálculo das horas de frio, com gráfico de horas de frio acumuladas	22
Fig. 4.4. – Exemplo das características de um solo de textura arenosa	23
Fig. 4.5. – Fases de desenvolvimento de uma cultura genérica e valores do coeficiente Kc (Duarte, 2016)	24
Figura 4.6 – Valores do coeficiente cultural único (Kc) para a cultura do milho (variedade FAO 600)	24
Fig. 4.7. – Duração de cada fase do ciclo da cultura do milho (variedade FAO 600)	25
Fig. 4.8. – Exemplo cálculo da Evapotranspiração de Referência diária (ET ₀) calculada pela Equação de Penman- Monteith (Allen <i>et al</i> , 1998) para um dia, e sua evolução ao longo do ano de 2017	26

Figura 4.9. – Exemplo de cálculo da Evapotranspiração cultural diária (ET _c) pela metodologia proposta pela FAO (Allen <i>et al</i> , 1998) para um dia da campanha de rega de 2016	27
Figura 4.10 – Balanço de água no solo para a cultura do milho em condições de stress hídrico, e em condições de conforto hídrico	29
Figura 4.11. – Evapotranspiração (ET ₀ , ET _c potencial e ET _c real), transpiração e evaporação calculadas para a cultura do milho, em condições de stress hídrico, e em condições de conforto hídrico	30
Figura 5.1. – Página web do histórico das Campanhas de Rega	31
Figura 5.2. – Campanha de Rega de 2017 - Áreas regadas e dotações previstas	31
Figura 5.3. - Campanhas de Rega – Evolução Áreas regadas e dotações previstas	32
Figura 5.4. - Campanhas de Rega – Áreas regadas por tipo de culturas	33
Quadro 2.1. – Caracterização da Barragem do Açafal.	6
Quadro 2.2. – Caracterização da Barragem da Coutada	8

Lista de abreviaturas, siglas, símbolos e acrónimos

ADT	Água disponível total na zona radicular das plantas (mm)
AH	Aproveitamento Hidroagrícola
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
Dr	Deficit de água na zona radicular das plantas (mm)
DRAPC	Direcção de Agricultura e Pescas do Centro
ea	Pressão real de vapor (kPa)
EMA	Estação Meteorológica Automática
ESACB	Escola Superior Agrária de Castelo Branco
es	Pressão de vapor de saturação (kPa)
(es – ea)	Deficit de pressão de vapor (kPa)
Estado	Estado Português
ET ₀	Evapotranspiração de referência
ET _c	Evapotranspiração cultural
ET _{caj}	Evapotranspiração cultural ajustada
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
h	Altura cultura (m)
HR	Humidade relativa
IPCB	Instituto Politécnico de Castelo Branco
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP
JARR	Junta de Agricultores dos Regadios de Ródão
Ke	Coeficiente da evaporação que ocorre na superfície do solo
Kc	Coeficiente cultural
Kcb	Coeficiente basal da cultura
Ks	Coeficiente de stress hídrico
NIF	Número de identificação fiscal
NPA	Nível pleno de armazenamento
NMC	Nível de máxima cheia
p	fracção da ADT que a cultura pode extrair da zona radicular das plantas, sem sofrer stress hídrico
Rn	Radiação líquida na superfície da cultura de referência (MJ/m ² .dia)
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (APA)
T	Temperatura média do ar a 2 m de altura (°C);

u ₂	Velocidade do vento a 2 m de altura (m/s)
U _z	Velocidade média do vento (m/s)
VBA	Visual Basic for Applications
VVRódão	Vila Velha de Ródão
Δ	Declive da curva de pressão de vapor (kPa/°C)
γ	Constante psicométrica (kPa/°C)

1. - Introdução

1.1. - Enquadramento e atualidade

A necessidade da disponibilidade de água, para consumo humano e para a prática da rega na actividade agrícola, seja pelo seu armazenamento, transporte, transvase e distribuição às áreas com carência, prende-se no tempo em Portugal.

As características do clima em Portugal, alternando anos hidrológicos de forte pluviosidade com outros fraca pluviosidade, e com as áreas mais a sul a sob períodos de seca, levou as populações a recorrer ao uso de obras de hidráulica, de mais ou menos complexidade para as épocas antecedentes. Desde a ocupação romana, com barragens subterrâneas e aquedutos de transporte, ao período de ocupação árabe, com a introdução de novas técnicas e tecnologias de captação e elevação (noras, cegonhas ou picotas), e da construção de açudes nas linhas de água.

Na nossa história recente, nos finais da década de 30 do século passado, com a Lei n.º 1:949, de 15 de Fevereiro de 1937, assume-se, que competia ao Estado o estudo, implementação de obras de fomento hidroagrícola de acentuado interesse económico e social, e de igualmente, orientar e fiscalizar a sua conservação de forma que, as terras beneficiadas delas tirassem a maior utilidade social.

Na década de 80 do século passado, o Estado com o Decreto-Lei n.º 269/92 de 10 de Julho, vem rever a anterior Lei com aspectos fundamentais, envolvendo a caracterização e classificação das obras, os projectos, a sua forma de execução, bem como da participação activa de todos os beneficiários, novas organizações para a gestão dos perímetros de rega, e respectivo financiamento. No mesmo Decreto-Lei é reconhecida a importância dos pequenos regadios, no racional aproveitamento dos recursos hídricos nacionais, bem como de formas de promoção da sua expansão e desenvolvimento.

É neste enquadramento, que em 1997 entra em funcionamento o Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal, e já em 2004 o Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais, a requerimento dos proprietários, ou seus representantes, ao Ministério da Agricultura para a sua construção, de forma a disponibilizar nas áreas agrícolas com potencial de regadio (baixas da Ribeira do Açafal e das Ribeiras do Lucriz, Tamujais e Prior), de infraestruturas com esse fim (reservatório de armazenamento, rede de rega, requalificação de caminhos agrícolas e redes de drenagem).

A Direcção de Agricultura e Pescas do Centro, (então Direcção de Agricultura da Beira Interior), assume então a responsabilidade de promover o projecto/construção dos dois Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH), recorrendo às linhas de financiamento disponíveis pelos apoios estatais e comunitários para o sector, do lançamento do concurso e orientação da Obra, e acompanhamento posterior. Da parte dos proprietários e agricultores beneficiários, foi assumido o compromisso da gestão dos dois AHs, nas componentes da conservação, manutenção e exploração.

Para o efeito, foram criadas a Junta de Agricultores do Regadio do Açafal e a Junta de Agricultores do Regadio Colectivo da Coutada/Tamujais, de acordo a legislação em vigor, nomeadamente o Decreto Lei já anteriormente referido (Decreto-Lei n.º 269/92 de 10 de Julho) e o Decreto Regulamentar n.º 86/92 de 12 de Novembro, que regula o funcionamento das Juntas de Agricultores.

Em 2012, as duas Juntas de Agricultores decidem criar os Serviços dos Regadios de Ródão, de forma que no mesmo local funcionassem os serviços internos das mesmas com a partilha de meios e recursos.

A Junta de Agricultores dos Regadios de Ródão (antiga Junta de Agricultores do Regadio do Açafal) passa a ser a entidade responsável pela gestão e exploração dos dois aproveitamentos, por integração da Junta de Agricultores do Regadio Colectivo da Coutada, seguindo actualmente o “Regulamento n.º 01/2014 de 27 de Novembro”, aprovado pela Assembleia de Agricultores dos Regadios de Ródão a 27 de Novembro de 2014.

1.2. - Organização do documento

O presente documento foi organizado de forma a constituir na sua leitura, a compreensão das fases de organização das tarefas gerais de gestão de um AH, bem como, de ferramentas complementares para ajuda aos regantes.

Assim:

- Numa primeira secção são descritos os dois aproveitamentos hidroagrícolas (Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal e Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais), na sua tipologia tais como, as áreas beneficiadas, características de clima, tipos de solos, e características construtivas da obra relativa à barragem e órgãos de serviço.

- Numa segunda secção descrita a metodologia para o desenvolvimento da aplicação SIGIPR enquanto sistema de gestão aplicado às áreas beneficiadas pelos Regadios de Ródão, e das ferramentas informáticas usadas. Também a sequência dos módulos da aplicação na sua estrutura, desde o Cadastro Geométrico, Identificação Parcelar e Identificação dos Regantes e Externos (em situação de abastecimento precário), necessários para a elaboração de uma Campanha de Rega, e consequente, elaboração da Taxa de Conservação, Taxa de Exploração e respectiva facturação. Também como, do acompanhamento e monitorização de equipamentos instalados nas estações de elevatórias e de bombagem, monitorização de armazenamento nas barragens do Açafal e da Coutada e da estrutura do sistema de rega (condutas, equipamentos instalados e hidrantes).

- Numa terceira secção é demonstrada uma ferramenta de apoio aos regantes, na vertente meteorológica (dados da rede de estações meteorológicas e cálculo de horas de frio). De igual forma, e em apoio às culturas instaladas é disponibilizado o cálculo do valor da Evapotranspiração cultural (ET_c) em função do valor da Evapotranspiração de referência (ET₀) e do Coeficiente Cultural (K_c).

1.3. - Objectivos do estudo

Os objectivos que nortearam a realização deste estudo são o desenvolvimento para o cumprimento da legislação e regulamentação legal em vigor, de um conjunto de ferramentas de software, que ajudem e automatizem os procedimentos de gestão para um Perímetro de Rega, bem como do fornecimento de dados para outras aplicações ou produção de documentos, que usem os dados contidos nas suas bases de dados.

2. - Caracterização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas

Os Aproveitamentos Hidroagrícolas do Açafal e da Coutada/Tamujais contam com uma área beneficiada de 329 ha e 476 ha, respectivamente. Nos dois aproveitamentos predomina o regime de pequena propriedade, contando o do Açafal com 90 beneficiários, e da Coutada/Tamujais com 34 beneficiários. As principais culturas praticadas são milho, sorgo, nogal, feijão frade, olival e prados (dados de 2017). A taxa de adesão ao regadio (nível de aproveitamento) em 2017 de áreas regadas cifra-se nos valores de 52,90% e 51,23% respectivamente.

Quanto ao clima a sua caracterização para a zona de Vila Velha de Ródão e onde estão localizados os dois aproveitamentos hidroagrícolas, é de acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) é considerado como de um clima temperado tipo Csa, clima temperado com Verão seco, em resultado das normais climatológicas (IPMA. 2018. *Normais Climatológicas*. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Acedido em 11 de Dezembro de 2018 em <https://www.ipma.pt/normais.clima>) verificadas segundo os apuramentos estatísticos do período de 1971-2000 e registados na estação climática de Castelo Branco. segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Köppen e Geiger, 1928-1936).

Dos dados registados (Figura 2.1) em duas estações meteorológicas a Estação Meteorológica Automática (EMA) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) com a identificação 16K/01G, e da EMA da Coutada (sob a responsabilidade da DRAPC) com dados desde ano hidrológico de 2008/2009, a precipitação anual média ronda os 744 mm (1931-2017) (Figura 2.1).

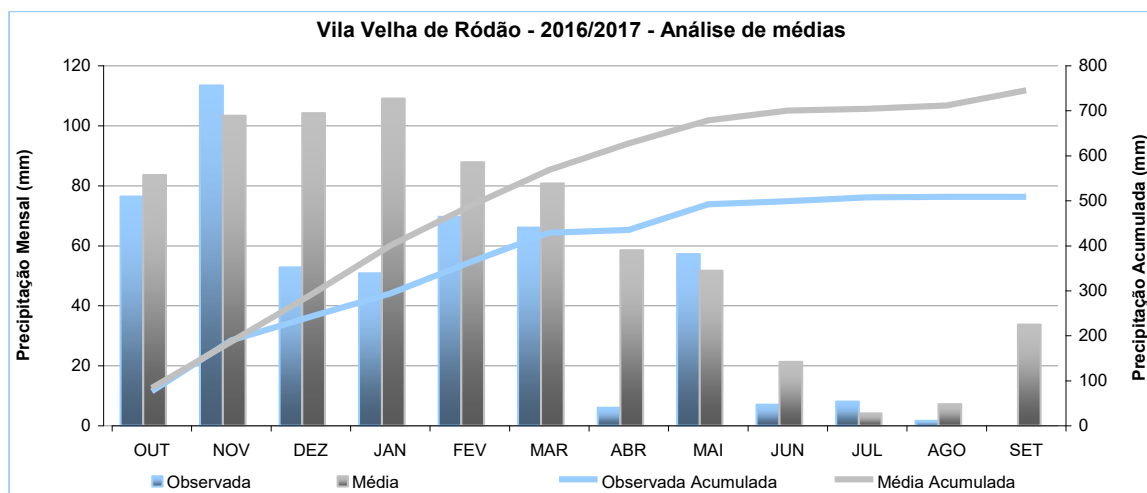


Figura 2.1. - Precipitação no ano hidrológico 2017 (01/10/2016 a 01/10/2017). (Fonte: Estação APA 16K/01G VVRódão (SNIRH) - Estação Coutada VVRódão (DRAPC)).

Relativamente às temperaturas registadas (Figura 2.2.) na EMA da Coutada (sob a responsabilidade da DRAPC) na série de 2008 a 2017, o valor da temperatura mínima foi de -5,6°C (em 19/01/2017) e a humidade relativa máxima de 100%, o valor da temperatura máxima foi de 44,3°C (em 17/06/2017) e a humidade relativa mínima foi de 6% (em 23/06/2013, 03/09/2017 e 07/09/2017).

Com uma temperatura média diária com 16,4°C, a mesma está dentro dos valores da caracterização do Clima de Portugal Continental do IPMA, IP, e que indica para a zona de Vila Velha de Ródão valores de temperatura média anual compreendidos entre os 16,1 e 17,0°C.

Quanto à temperatura média na mesma série (2008/2017) está no valor de 16,4°C e a humidade relativa média está no valor de 65%. Também e na mesma série (2008/2017) se verificaram 64 noites tropicais (noites com temperatura mínima superior ou igual a 20°C), com uma média de 7,2 dias anuais, e foram registados 584 dias com temperaturas inferiores ou iguais a 4°C, com uma média de 58,4 dias anuais.

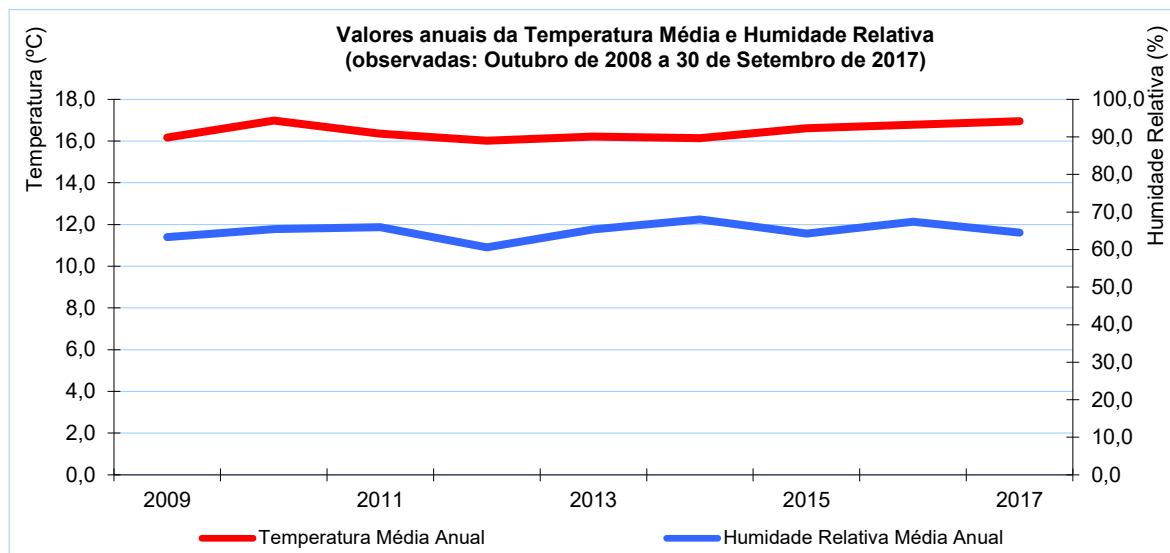


Figura 2.2. - Distribuição anual da temperatura média e humidade relativa média de Outubro de 2008 a Setembro de 2017. (Fonte: Estação Coutada VVRódão (DRAPC)).

Nas estações do ano na série (2008/2017), no Outono regista uma temperatura média de 15,4°C e com uma humidade relativa média de 69,5%, no Inverno regista uma temperatura média de 9,3°C e com uma humidade relativa média de 77,6%, na Primavera regista uma temperatura média de 17,5°C e com uma humidade relativa média de 62,2%, e no Verão regista uma temperatura média de 25,5°C e com uma humidade relativa média de 45,8%.

2.1. - Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal

O Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal (Figura 2.3.) desenvolve-se ao longo das ribeiras do Açafal e Lucriz, na freguesia de Vila Velha de Ródão, concelho de Vila Velha de Ródão, distrito de Castelo Branco.



Figura 2.3. - Mapa com a área do perímetro de rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal. (Fonte: SIGIPR-ARCGIS).

A barragem, e a maior parte da área a regar, situa-se ao longo da ribeira do Açafal. As restantes áreas beneficiadas localizam-se ao longo das ribeiras do Coxerro e Lucriz.

A finalidade do aproveitamento é o abastecimento da água necessária para a satisfação das necessidades culturais previstas, com base nas disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica dominada pela secção da barragem. Integram o aproveitamento, uma barragem (Quadro 2.1.) em aterro construída na ribeira do Açafal, uma rede de rega constituída por dois blocos, Açafal e Lucriz, uma rede viária, e um sistema de drenagem.

A construção do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal foi da responsabilidade da ex-Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior, actualmente integrada na Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro.

Quadro 2.1. - Caracterização da Barragem do Açafal.

BARRAGEM DO AÇAFAL	
UTILIZAÇÕES – Rega	
LOCALIZAÇÃO	DADOS GERAIS
<i>Distrito</i> – Castelo Branco <i>Concelho</i> – Vila Velha do Ródão <i>Local</i> – Tostão <i>Bacia Hidrográfica</i> – Tejo <i>Linha de Água</i> – Ribeira do Açafal	<i>Promotor</i> – Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior (DRABI) <i>Dono da Obra</i> – Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior (DRABI) <i>Projectista</i> – HIDROPROJECTO <i>Construtor</i> – Soares da Costa, SA e António Joaquim Maurício, Lda. <i>Ano de projecto</i> – 1997 <i>Ano de Conclusão</i> – 2004
CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA
<i>Área da Bacia Hidrográfica</i> – 46,5 km ² <i>Caudal de cheia</i> – 192 m ³ /s <i>Período de retorno</i> – 1000 anos	<i>Área inundada ao NPA</i> – 200 x 1000 m ² <i>Capacidade total</i> – 1790 x 1000 m ³ <i>Capacidade útil</i> – 1790 x 1000 m ³ <i>Nível de pleno armazenamento (NPA)</i> – 112,6 m <i>Nível de máxima cheia (NMC)</i> – 114,75 m
CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	DESCARREGADOR DE CHEIAS
<i>Aterro</i> – Terra zonada <i>Altura acima da fundação</i> – 29 m <i>Altura acima do terreno natural</i> – 26 m <i>Cota do coroamento</i> – 116 m <i>Comprimento do coroamento</i> – 121 m <i>Largura do coroamento</i> – 7,5 m <i>Fundação</i> – Xistos <i>Volume de aterro</i> – 138 x 1000 m ³	<i>Localização</i> – Margem esquerda <i>Tipo de controlo</i> – Sem controlo <i>Tipo de descarregador</i> – Canal de encosta <i>Cota da crista da soleira</i> – 112,6 m <i>Desenvolvimento da soleira</i> – 47,3 m <i>Caudal máximo descarregado</i> – 188 m ³ /s <i>Dissipação de energia</i> – Salto de esqui
DESCARGA DE FUNDO	
<i>Localização</i> – Margem direita <i>Tipo</i> – Em conduta sob o aterro <i>Secção da conduta</i> – d 700 mm <i>Caudal máximo</i> – 1,5 m ³ /s <i>Controlo a montante</i> – Comportas planas <i>Controlo a jusante</i> – Válvula de jacto oco de 350 mm	

(Fonte: DRAPC - Barragem do Açafal).

De acordo com os dados disponíveis no estudo na fase de projecto da obra realizado pela empresa HIDROPROJECTO, geologicamente a área do aproveitamento está incluída no denominado Complexo Xisto-Grauváquico Ante-Ordovícico, constituído por bancadas alternantes de xistos e grauvaques com orientação geral NW-SE. Na zona da barragem e a norte da mesma é caracterizado essencialmente pela ocorrência de xistos. Para sul da barragem, na área regada, ocorrem rochas detríticas constituídas por grãos de quartzo e feldspato.

2.2. - Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais

O Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais (Figura 2.3.) desenvolve-se ao longo das ribeiras do Lucriz, dos Tamujais e do Prior, abrangendo cerca de 476 ha, nas freguesias de Vila Velha de Ródão e Perais, concelho de Vila Velha de Ródão, distrito de Castelo Branco.



Figura 2.3. - Mapa com a área do perímetro de rega do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal. (Fonte SIGIPR-ARCGIS).

A barragem (Quadro 2.2.) situada na ribeira do Prior e a maior parte das manchas de solos a regar situam-se ao longo da ribeira do Lucriz. As restantes áreas beneficiadas localizam-se ao longo das ribeiras do Prior e Tamujais.

A finalidade do aproveitamento é o abastecimento da água necessária para a satisfação das necessidades culturais previstas, com base nas disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica dominada pela secção da barragem. Integram o aproveitamento, uma barragem em aterro construída na ribeira do Prior, uma rede de rega constituída por um bloco Lucriz, uma rede viária, e um sistema de drenagem. O conjunto de infraestruturas que integram o aproveitamento hidroagrícola compreende a barragem, o açude do Retaxo, a estação elevatória e respectivas redes de rega, drenagem e viária.

A construção do Aproveitamento Hidroagrícola do Coutada/Tamujaís foi da responsabilidade da Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC).

Quadro 2.2. - Caracterização da Barragem da Coutada.

BARRAGEM DA COUTADA	
UTILIZAÇÕES – Rega e Lazer	
LOCALIZAÇÃO	DADOS GERAIS
<i>Distrito</i> – Castelo Branco <i>Concelho</i> – Vila Velha do Ródão <i>Local</i> – Perais <i>Bacia Hidrográfica</i> – Tejo <i>Linha de Água</i> – Ribeira do Prior	<i>Promotor</i> – Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC) <i>Dono da Obra</i> – Direcção Regional de Agricultura da Beira Interior (DRABI) <i>Projectista</i> – PROSISTEMAS <i>Construtor</i> – EDIFER – Construções Pires Coelho & Fernandes, S. A., TECNASOL - FGE <i>Ano de projecto</i> – 2000 <i>Ano de Conclusão</i> – 2008
CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS DA ALBUFEIRA
<i>Área da Bacia Hidrográfica</i> – 9,2 km ² <i>Caudal de cheia</i> – 64,41 m ³ /s <i>Período de retorno</i> – 1000 anos	<i>Área inundada ao NPA</i> – 436 x 1000 m ² <i>Capacidade total</i> – 3891x 1000 m ³ <i>Capacidade útil</i> – 3806x 1000 m ³ <i>Nível de pleno armazenamento (NPA)</i> – 131,0 m <i>Nível de máxima cheia (NMC)</i> – 132,00 m
CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM	DESCARREGADOR DE CHEIAS
<i>Aterro</i> – Terra zonada <i>Altura acima da fundação</i> – 26 m <i>Altura acima do terreno natural</i> – 24 m <i>Cota do coroamento</i> – 133,5 m <i>Comprimento do coroamento</i> – 412 m <i>Largura do coroamento</i> – 8,0 m <i>Fundação</i> – Solo Argiloso <i>Volume de aterro</i> – 350 x 1000 m ³	<i>Localização</i> – Margem esquerda <i>Tipo de controlo</i> – Sem controlo <i>Tipo de descarregador</i> – Canal de encosta <i>Cota da crista da soleira</i> – 131,0 m <i>Desenvolvimento da soleira</i> – 28,0 m <i>Caudal máximo descarregado</i> – 24 m ³ /s <i>Dissipação de energia</i> – Salto de esqui
DESCARGA DE FUNDO	
<i>Localização</i> – Centro do Aterro <i>Tipo</i> – Em conduta sob o aterro <i>Secção da conduta</i> – d 1000 mm <i>Caudal máximo</i> – 1,5 m ³ /s <i>Controlo a montante</i> – Comportas planas <i>Controlo a jusante</i> – Válvula de jacto oco de 400 mm	

(Fonte: DRAPC - Barragem da Coutada).

De acordo com os dados disponíveis no estudo na fase de projecto da obra realizado pela empresa PROSISTEMAS – Consultores de Engenharia, S.A., os solos existentes no perímetro de rega são predominantemente de origem aluvionar e coluvionar.

Nas suas características apresenta nas áreas suavemente onduladas ou planas, em correspondência com formações sedimentares, (sedimentos detríticos não consolidados), com declives suaves a moderados (até 6-8%) predominam os cambissolos e regossolos. Nas áreas compostas por terraços aluvionares, constituídos por formações aluvionares antigas, em geral cascalhentas, em superfícies planas ou plano-convexas, com declives muito suaves (até 2-3%),

predominam os regossolos, cambissolos e luvisolos. Nas áreas situadas em fundos de vales das ribeiras principais correspondendo a formações aluvionares recentes, constituindo superfícies planas ou plano-côncavas, com declives muito suaves (até 1-2%) predominam os fluvisolos. Nas áreas situadas em fundos de vales secundários e fundos de encostas adjacentes aos vales principais, de formações coluvionares, superfícies plano-côncavas ou côncavas com declives muito suaves a suaves (até 2-4%) predominam os regossolos e os cambissolos.

3. - Metodologias para o desenvolvimento do Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão, para as áreas beneficiadas pelos Regadios de Ródão (SIGIPR)

O SIGIPR - Sistema de Gestão Integrado dos Regadios de Ródão (Figura 3.1.), é uma aplicação informática desenvolvida de base para a gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas dos Regadios de Ródão, nas suas componentes de identificação cadastral e parcelar actualizada, identificação de regantes, campanhas de rega, emissão automática da facturação de cada regante para efeitos das Taxas Conservação/Manutenção e Exploração, produção de informação sobre a forma como está a ser utilizada a água relativamente à optimização na sua utilização, monitorização do comportamento hidráulico das barragens do Açafal e Coutada, monitorização das Estações elevatórias ou de Bombagem, e produção diária de informação das necessidades hídricas das culturas mais representativas dos dois Aproveitamentos Hidroagrícolas.

Pretende-se que seja uma aplicação customizável que permita a sua adaptação às realidades e necessidades de outros Aproveitamentos Hidroagrícolas com as mesmas tipologias, e tendo em conta os baixos recursos que as Juntas de Agricultores ou similares dispõem.

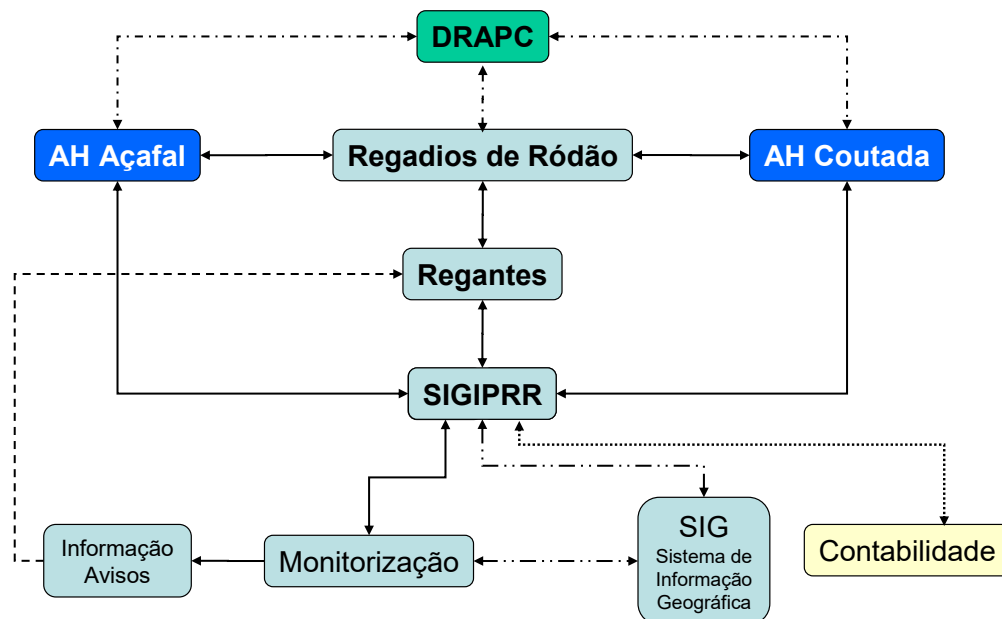


Figura 3.1. - Organograma de funcionamento.

3.1. - Organização da informação antes do sistema SIGIPR

Como já foi referido anteriormente, com a criação primeiro da Junta de Agricultores do Açafal e depois da Junta de Agricultores do Regadio Colectivo da Coutada/Tamujais, com a finalidade da gestão dos respectivos Aproveitamentos Hidroagrícolas, colocava-se a questão de como se deveria proceder para efectivar essa gestão, e das formas e obrigações legais a cumprir pelo enquadramento legal em vigor.

Desta forma, e face à ausência de modelos usados por outras Juntas de Agricultores em funcionamento, houve a necessidade de iniciar um trabalho partindo de uma base zero, ou seja ausência de trabalho prévio com este objectivo.

Com o apoio dos técnicos e juristas da DRAPC, foi elaborado pela Junta de Agricultores em 2009 um regulamento para estabelecer os normativos e procedimentos das Campanhas Anuais de Rega no Perímetro de Rega do AH Açafal, estabelecendo e complementando os critérios e respectiva regulamentação de forma a adequar a especificidade do Perímetro, nomeadamente integrando os tipos de abastecimento existentes (Sistema por Baixa Pressão, Sistema por Alta Pressão e Sistema por Bombagem). De igual forma foram definidos os critérios, procedimentos e regras para os abastecimentos precários (localizados fora das áreas beneficiadas) para fins exclusivamente agrícolas.

O regulamento e respectivo sistema de gestão foi aprovado, na sua primeira versão, em Assembleia de Agricultores no dia 03 de Julho de 2009, e têm desde essa data sido o instrumento base utilizado pela Junta de Agricultores do Açafal, para o funcionamento do AH.

Com a entrada em funcionamento da Junta de Agricultores do Regadio Colectivo da Coutada/Tamujais, tornou-se necessário a mesma dispor de ferramentas de gestão para o AH Coutada/Tamujais. Foi decisão da então Junta de Agricultores, seguir o modelo já usado e testado no AH Açafal para o AH Coutada/Tamujais, com as devidas alterações e adaptações, de forma a enquadrar os aspectos específicos do AH.

O regulamento e respectivo sistema de gestão foi aprovado em Assembleia de Agricultores, no dia 25 de Fevereiro de 2012, e têm desde essa data sido o instrumento base utilizado pela Junta de Agricultores do Regadio Colectivo da Coutada/Tamujais, para o funcionamento do AH.

3.2. - Ferramentas informáticas usadas

3.2.1 - Interface de acesso e de programação

O SIGIPR foi desenvolvido originalmente usando como modelo de interface o software MSAccess 2003 da Microsoft, conjugado com módulos de programação em VBA (Visual Basic for Applications). Actualmente procedeu-se à migração para a versão do MSAccess 2016.

O MSAccess enquanto base de dados permite assim a produção de tabelas e consultas, usadas nos formulários de trabalho, saídas de relatórios para impressão e produção de consultas para dados externos. Permite igualmente, a interligação a Geodatabases no uso de dados comuns.

3.2.2 - Sistema de informação geográfica

O SIGIPR utiliza como apoio o software ArcGis Map (na actual versão 10.6.1) e Explorer for ArcGis (versão para Android) da empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute), para a produção de dados geográficos, mapas e levantamento de trabalho de campo.

Um sistema de informação geográfica enquanto ferramenta é de uma ajuda essencial, pois permite e resolve um dos problemas, que se colocam quando existe a necessidade de alterar, dividir ou criar parcelas. De uma forma automática e pela sua ligação dinâmica, procede à actualização das tabelas ligadas no MSAccess.

3.3. - Módulos do Sistema SIGIPR

O SIGIPR enquanto sistema de gestão está preparado para ser adaptado às tipologias e especificidades dos respectivos AHs, que no caso do AH do Açafal tem um sistema de abastecimento em Baixa Pressão, complementado com dois sistemas a jusante da conduta principal, um de Alta Pressão e outro de abastecimento por Bombagem, enquanto o AH da Coutada/Tamujais é somente servido por um sistema de Média Pressão-

Os Menus Principais (Figura 3.2.) permitem a navegação e escolha dos vários módulos disponíveis para consulta e para a introdução, criação e alteração de dados relativos à gestão de cada AH.



Figura 3.2. - Menu Principal - AH da Coutada.

Na actual versão é possível escolher as opções como a Identificação Cadastral e Parcelar, a gestão de Proprietários, Rendeiros e Externos, a Campanha de Rega, e a Taxa de Conservação e Exploração por Blocos (Baixa Pressão, Alta Pressão, Média Pressão e Bombagem). É igualmente possível a gestão e produção de pré-facturação, o registo de dados das Estações de

Bombagem, o estado do Armazenamento das Barragens (Açafal e Coutada), da informação sobre a rede do Sistema de Rega, e dos dados meteorológicos da Rede de Estações.

3.3.1. - Cadastro e Identificação Parcelar

A Identificação Cadastral (Figura 3.3.) é, na estrutura do SIGIPR essencial para a base de todo o sistema a par da Identificação dos Regantes pertencentes aos AHs. A partir da Cadastro Geométrico disponível (IGEO), ou no caso da sua não existência a partir de um levantamento localizado na área do Perímetro de Rega, é construída, desenhada e codificada toda a informação cadastral para a identificação dos prédios integrados nos AHs.

Com a Identificação Cadastral é executada toda a actualização das parcelas cadastrais, bem como da sua visualização, alteração dos dados contidos na geodatabase do ArcGis, por titular da propriedade/arrendamento, situação da titularidade da parcela e áreas totais, assim como a impressão de informação relativa ao Regante. As funcionalidades do sistema de informação geográfica permite desenhar ou alterar toda a estrutura cadastral do Perímetro de Rega por secção cadastral, artigo matricial e códigos internos (caso por exemplo de regantes externos). De igual forma, permite a produção, impressão e exportação de Mapas de Cadastro por aproveitamento hidroagrícola, Regante ou Parcela de Cadastro.

The screenshot shows the SIGIPR software interface for 'PERÍMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO AÇAFAL - Regadio Tradicional'. The main window is titled 'IDENTIFICAÇÃO CADASTRAL' and contains the following elements:

- Navigation Bar:** SIGIPRA, IMPRIMIR, REGANTE.
- Table:** A table with columns: Parc Ind, Sist, Reg Cod, Prop Cod, Rend Cod. It lists various parcels such as EX032, EX035, EX037, EX038, EX039, EX040, RB01A, RB02A, RB02B, RB02C, RB02D, RB03A, RB03B, RB03C, RB03D, RB03E, RB05A, RBL30, RG07A, and RG07B.
- Form Fields:**
 - IDENTIFICAÇÃO CADASTRAL:** Cod da Parcela (RBL30), Secção (RB), Parcela (L30), Nome da Parcela (TIRA DO AÇAFAL), SubParc Ind (1), Sub Parcela, and an 'Activo' checkbox.
 - PROPRIEDADE/ARRENDAMENTO:** Proprietário (MARIA DA GRAÇA ROSADO TRIGUEIROS DE ARAGÃO), Rendeiro/C/T (JOSÉ CARLOS LOPES SOARES).
 - TITULARIEDADE:** Situação da Parcela (C).
 - ÁREAS (ha):** Total (0,487), Afecta (0,487).
- Footer:** JUNTA DE AGRICULTORES DOS REGADIOS DE RÓDÃO and IDENTIFICAÇÃO CADASTRAL.

Figura 3.3. - Módulo de Identificação Cadastral.

A partir da Identificação Cadastral é produzida a Identificação Parcelar. A sua necessidade e uso prende-se pela razão de que, enquanto a variação da Identificação Cadastral só é alterada pela existência de um novo Proprietário ou Rendeiro (ou similar), ou ainda na situação da mudança da alteração do número do artigo do Cadastro Geométrico (por exemplo uma operação de emparcelamento), na Identificação Parcelar (Figura 3.4.) é possível integrar parcelas cadastrais confinantes, mas que pertençam ou sejam regadas numa Campanha de Rega pelo mesmo regante.

A Identificação Parcelar permite ainda a visualização, alteração dos dados contidos na geodatabase do ArcGis, por titular da propriedade/arrendamento, situação da titularidade da parcela, áreas totais, uma selecção por parcela, código de proprietário ou rendeiro, assim como, a impressão da Ficha da Parcela por regante.

Parc Ind	Sist	Reg Cod	Prop Cod	Rend Cod
EX022	EGA	171	171	74
EX028	EGA	229	229	74
EX030	EGA	249	249	74
EX031	EGA	250	250	74
EX032	EGA	275	2	275
EX035	EGA	265	265	74
EX037	EGA	275	2	275
EX038	EGA	275	1	275
EX039	EGA	271	271	74
EX040	EGA	261	261	74
RB01A	RAP	179	1	179
RB02A	RSB	248	246	248
RB02C	RSB	248	246	248
RB02D	RSB	248	246	248
RB03A	RSB	248	246	248
RB03B	RSB	260	174	260
RB03C	RSB	248	103	248
RB03D	RSB	248	246	248
RB03E	RSB	248	175	248
RBL30	RBP	263	1	263
RG07A	RBP	266	266	74

IDENTIFICAÇÃO PARCELAR:

Cod da Parcela: RBL30 Secção: RB Parcela: L30 Data (Actualização): 02-05-2015 Activo:

Nome da Parcela: TIRA DO AÇAFAL SubParc Ind: 1 Sub Parcela:

REGANTE: Reg Cod: JOSÉ CARLOS LOPES SOARES

PROPRIEDADE/ARRENDAMENTO: Proprietário: MARIA DA GRAÇA ROSADO TRIGUEIROS DE ARAGÃO Rendeiro /C/T: JOSÉ CARLOS LOPES SOARES

TITULARIEDADE: Situação da Parcela: C Nº do Processo: Pedido de Comprovativo: Data do Pedido: Comprovativo: Data da Entrega:

FORNECIMENTO ÁGUA À PARCELA: Suspensão: Motivo da Suspensão: Data: Envio do Pedido de Restabelecimento: Data do Restabelecimento do Abastecimento:

ÁREAS (ha): Total: 0,487 Afecta: 0,487

IFAP: Bloco: 0 Parcelário: 0

SISTEMA DE REGA E CULTURAS: TipoRega: TipoCultura: Obs: Tira da BL030

Figura 3.4. - Módulo de Identificação Parcelar.

Com as funcionalidades do sistema de informação geográfica é possível desenhar toda a estrutura parcelar do Perímetro de Rega, com a construção, agregação ou alteração de parcelas em função do cadastro e códigos internos (caso por exemplo de regantes externos). De igual forma é possível a produção, impressão e exportação de mapas de parcelas por AH e mapa de parcela por regante.

3.3.2. - Proprietários, Rendeiros e Beneficiários externos

A Identificação de Regantes (Figura 3.5.), a par da Identificação Cadastral constitui o núcleo de fornecimento de dados necessário para os outros módulos do SIGIPR.

Esta informação permite a visualização, alteração e criação de novos de dados, a visualização das parcelas e facturas emitidas relativas ao regante, a selecção por código de regante, NIF e nome, a escolha directa às opções do menu principal e do regante, a impressão da ficha de regante, envelope, registo e aviso via postal, e extracto de facturas.

PERIMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO AÇAFAL - Regadio Tradicional

Regante: MÁRIA DA GRAÇA ROSADO TRIGUEIROS DE ARAGÃO
NIF: 121 793 268
Local: Vila Velha de Ródão
Cod Postal: 6030-002 VVRÓDÃO
Email: qordem@mail.telepac.pt

Parcela	Nome	Área Total	Área Afecta	Sit
B030	ACAFAL	6,842	6,223	A
CG004	QUINTA DA ORDEM	66,104	28,464	A
EX038	BC024	1,590	1,590	R
R001A	CG004-Quinta da Ordem	14,660	14,425	A
RBL30	TIRA DO AÇAFAL	0,487	0,487	C
TOTAIS		89,683	51,189	

Figura 3.5. - Módulo de Identificação de Regantes.

No caso dos Regantes Externos (Figura 3.6.), é processada toda a gestão dos dados referentes aos agricultores regantes em situação de Abastecimento Precário.

PERIMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO AÇAFAL - Regadio Tradicional

RegCod: 265
Nome: MANUEL GONÇALVES CARMONA
AH: ACA
Tipo de Distribuição: Externo B. Pressão - Opção A
Campanha: 2018
3 - Data da Autorização: 31-05-2015
1 - Data da Informação: 23-05-2018
4 - Data Autorização Viatura: []
2 - Data do Pedido: 23-05-2018
5 - Data Autorização Temporária: []

Viatura: Matrícula: 77-08-QN, Tipo: Viatura de caixa aberta, Marca: Mitsubishi, Modelo: L200

Locais de Abastecimento: Hidrante BR.18.3, Hidrante BR.1.1 (junto ao descarregador da Barragem do Açafal)

Cadastro: Prédio Rústico da Seccção U, Artigo 103 da Freguesia de Samadães de Ródão e Concelho de Vila Velha de Ródão, como Proprietário e Área Total de 0,196 ha

Parcela	Nome	Área Total	Área Afecta	Sit
EX035	MANUEL CARMONA	0,196	0,196	E
TOTAIS		0,196	0,196	

Figura 3.6. - Módulo de Identificação de Externos.

Esta funcionalidade permite assim a visualização, alteração e criação de novos de dados; a selecção por código de regante, NIF e nome e situação de externo, a escolha directa às opções do menu principal e do regante, e a impressão do Pedido Anual de Renovação, Autorização, Viatura e Temporária.

3.3.3. - Campanha de Rega

A elaboração de uma Campanha de Rega anual é uma peça fundamental na gestão de um aproveitamento hidroagrícola, para além de ser a base para a cobrança das Taxas de Exploração, é também uma importante fonte de informação, seja para a campanha actual seja como elemento de consulta do histórico anual de anteriores campanhas de rega.

Figura 3.7. - Módulo da gestão das Campanhas de Rega.

Este módulo (Figura 3.7.) permite assim a visualização, alteração dos dados por parcela, tipo de Rega, tipo de culturas e volume (dotação prevista) em m³, da visualização dos dados relativos a campanhas de rega de anos anteriores, a criação de uma nova campanhas de rega anual, a visualização dos dados anuais no AH relativos aos totais por cultura, área afectada e volume previsto, a escolha directa às opções do menu principal e do regante, a impressão do Mapa de Campanha Anual relativa à parcela seleccionada, e do Aviso por falta da entrega da Declaração de Culturas.

Utilizando as funcionalidades do sistema de informação geográfica, é possível construir os mapas da campanha de rega anual, bem como, em articulação com o SIGIPR, realizar a sua actualização e manipulação de dados, de forma a obter tanto mapas como os valores necessários para outras operações do sistema. Torna-se assim possível a construção ou alteração de parcelas e sub-parcelas por campanha de rega, a impressão e exportação de Mapas de Campanha de Rega por AH, regante ou parcela.

3.3.4. - Taxa de Conservação/Manutenção e Exploração

As Taxa de Conservação/Manutenção anual (Figura 3.8.) relativa às parcelas inseridas no AH, é produzida a partir das parcelas da Identificação Parcelar, para posterior emissão da correspondente facturação anual.

Este módulo permite a visualização dos dados por regante, bem como os relativos a anos anteriores, a produção do valor da taxa de Conservação/Manutenção e emissão de pré-factura, e impressão do Mapa de Taxa de Conservação/Manutenção relativa ao regante.

Figura 3.8. - Módulo das Taxas de Conservação/Manutenção.

Utilizando as funcionalidades do sistema de informação geográfica, e a partir da Identificação Parcelar, é assim possível construir o mapa correspondente às áreas para efeito da Taxa de Conservação/Manutenção anual, que o SIGIPR vai utilizar para o cálculo das áreas totais para efeito da elaboração de facturação aos regantes.

Figura 3.9. - Módulo das Taxas de Exploração - Áreas.

A Taxa de Exploração anual (Figura 3.9.) relativas às parcelas beneficiadas pelo regadio, são produzidas a partir do módulo da Campanha de Rega, que, quando actualizada relativamente à Baixa Pressão, procede à alteração nos dados constantes na tabela relativa à Exploração, de forma a proceder-se à emissão da correspondente facturação. No caso do sistema servido por Média Pressão, considerando a introdução das leituras registadas nos caudalímetros, os procedimentos são similares.

Este módulo permite a produção do valor da taxa de Exploração e emissão da pré-factura, bem como a introdução das leituras dos caudalímetros e cálculo total dos consumos registados, para efeitos de cobrança dos volumes de água consumidos. De igual forma é produzida a impressão do Mapa de Taxa de Exploração por área relativa ao regante, ou a impressão do Mapa de Taxa de Exploração por consumo de água relativa ao regante.

Tal como para a elaboração da Taxa de Conservação anual, com o ArcGis Explorer e a tecnologia GPS e partir do mapa das parcelas é possível a localização, a identificação e outra informação sobre as parcelas do AH (culturas, tipo de rega), para a elaboração da Taxa de Exploração.

3.3.5. - Facturação

Este módulo (Figura 3.10.) foi concebido de forma a poder se gerir a facturação já pré-produzida pelos módulos da Conservação e da Exploração, permite igualmente produzir novas pré-facturas de forma autónoma para outras situações, como por exemplo a emissão mais complexa da facturas relativas à Alta Pressão ou para o Sistema de Bombagem, que pela sua especificidade tem de ser emitidas a partir de dados externos.

Num Fact	Data Factura	T	Reg Cod	Nome	E	P	R
					1A	2A	LJ
01845	03-05-2018	RBP	263	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01621	16-05-2017	RBP	263	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01510	05-09-2016	RBP	263	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01387	23-06-2016	RBP	263	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01208	08-07-2015	RBP	263	JOSÉ CARLOS LOPES SOARES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Desc	Obs	Un	Quant	Valor Unit	Valor	Iva
TCABF Taxa de Conservação (BA-TCBP) [*01]		Ha	1,0	20,0000	20,00	6

Total Factura (Extensão):
 Vinte e um euros e vinte cêntimos.

Soma: 20,00
 Iva: 1,20
 Total Factura: 21,20

MB-Entidade: 10559
 MB-Referência: 346 184 584
 Tipo de Pag.: [v]

1º Aviso 2º Aviso Lanç. Juros Anulada Nota Cred Recibo Pago

Figura 3.10. - Módulo de preparação de Facturação.

Permite por isso a visualização, alteração de pré-facturas geradas nos módulos de Taxa de Conservação/Manutenção e Taxa de Exploração, bem como de geração de nova factura, a emissão do documento pré-factura e pré-recibo para enviar programa autónomo de

facturação, a geração de referência MB (multibanco) inserida na factura para pagamento em caixas ATM, a visualização de facturas liquidadas, no prazo, vencidas com 1º aviso, vencidas com 2º aviso, liquidadas com juros de mora, a emissão de pré-recibo, e a geração de nota de crédito.

De igual forma como nos outros módulos anteriores, é possível a impressão da factura, recibo, nota de crédito, envelope, a impressão de 1º aviso e 2º avisos, lançamento de juros, cobrança coerciva, registo e aviso via postal, e listagens.

3.3.6. - Estações elevatórias e de bombagem

Nas tarefas de acompanhamento da Estação Elevatória da Coutada, tem sido executada a monitorização da mesma, com o registo dos dados observados nos diferentes mostradores (painel do sistema do autómato, contadores de horas, caudalímetro e manómetros de pressão).

Regadio SIGIPRR SIGIPRC

PERÍMETRO DE REGA DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COUTADA-TAMUJAIS - Regadio Tradicional

Campanha de Rega de **2017**

Leitura		
Ano	Data	Hora
2017	26-04-2017	11 : 06
2017	07-05-2017	10 : 00
2017	17-05-2017	12 : 45
2017	31-05-2017	12 : 20
2017	04-06-2017	11 : 20
2017	18-06-2017	11 : 00
2017	25-06-2017	10 : 15
2017	27-06-2017	10 : 30
2017	02-07-2017	11 : 15
2017	09-07-2017	11 : 00
2017	16-07-2017	11 : 25
2017	23-07-2017	10 : 50
2017	30-07-2017	11 : 50
2017	06-08-2017	10 : 15
2017	13-08-2017	11 : 00
2017	20-08-2017	09 : 40
2017	03-09-2017	10 : 40
2017	10-09-2017	11 : 35
2017	17-09-2017	09 : 25
2017	24-09-2017	10 : 35
2017	01-10-2017	10 : 15
2017	08-10-2017	10 : 00
2017	15-10-2017	10 : 00
2017	20-10-2017	10 : 30
2017	22-10-2017	10 : 05
2017	25-10-2017	09 : 45
2017	29-10-2017	09 : 30
2017	02-11-2017	16 : 37
*	0	00 : 00

1 - Leitura
 Origem / Efectuado (Entidade) **JARR** Tipo de Abastecimento **RMP**
 Data **17-09-2017** Hora **09 : 25** Situação **Em funcionamento**

1 - Barragem da Coutada
 Nível de Armazenamento (m) **127,10** Situação Volume Útil Armazenado (Mm3) **2.318,395**

2 - Sala de instrumentação e comando

23 - Factor de Potência		22 - Pressão (bar)		23 - Bombas			
Cos Fi	0,99	Entrada	1,7	Frequência [Hz]	A 0,0	B 0,0	C 43,9
Voltagem (V)	406	Bombas	7,3	Horas (h)	A 4	B 12,098	C 10,380
Intensidade (A)	126,00	Filtros	7,4	Estado	A P	B P	C A

24 - Níveis e consumos instantâneos
 Rack (m) **0,0** Consumo (m3h) **272,0** Consumo Total (m3) **4.851.832,00**

25 - Quadro Energia
 Voltagem (V) **409** Intensidade (A) **79,00** Potência (Kw) **48,00** Consumo Total (Kw.h) **920.949,28**

26 - Último Alarme ou mais significante
 Data Hora **00 : 00** Descrição situação

2 - Bombas

Bomba	Entrada (bar)	Saida (bar)	Posicao	Estado	Temperatura	Obs
Bomba A	1,7	1,7	L	O	0	
Bomba B	1,7	1,7	R	O	0	
Bomba C	1,7	7,3	R	O	1	

3 - Caudalímetro
 Consumo instantâneo (m3/h) **269,0** Consumo Total (m3) **0**

4 - Filtros
 Contagens F1 **12.649** F2 **11.246** Alarme Obs

5 - Compressor
 Pressão (bar) **7,0** Horas **2.363,99** Obs

6 - Rack
 Pressão (bar) **0,0** Altura (m) **0,00** Obs

IRUTA DE AGRICULTORES DOS REGADIOS DE RÓDÃO **Estação Elev. da COUTADA**

Figura 3.11. - Módulo de monitorização da Estação Elevatória da Coutada.

Neste módulo (Figura 3.11.) é igualmente efectuada e registada a observação dos equipamentos quanto a outras eventuais situações passíveis de aviso (por exemplo a temperatura das turbinas das bombas, e o estado dos filtros). Deste modo, regularmente, especialmente na época da Campanha de Rega, são registadas as leituras por tipo de abastecimento, data e hora e situação do estado da estação, o registo sobre o armazenamento da Barragem da Coutada, os registos dos equipamentos instalados na sala de instrumentação e comando, dados das bombas instaladas, caudalímetro, filtros, compressor e reservatório hidropneumático.

3.3.7. - Monitorização do armazenamento nas barragens do Açafal e Coutada

Ao longo da exploração dos dois Aproveitamentos Hidroagrícolas, tem sido efectuado o acompanhamento do armazenamento das duas barragens (Barragem do Açafal e Barragem da Coutada). Este procedimento é essencial para se ter um conhecimento da situação de armazenamento disponível durante a Campanha de Rega, relativamente às dotações anuais previstas para as culturas instaladas.

No caso da Barragem do Açafal (Figura 3.12.), tem sido emitido na página web informação semanal, quanto ao armazenamento e à sua evolução durante a Campanha de Rega.

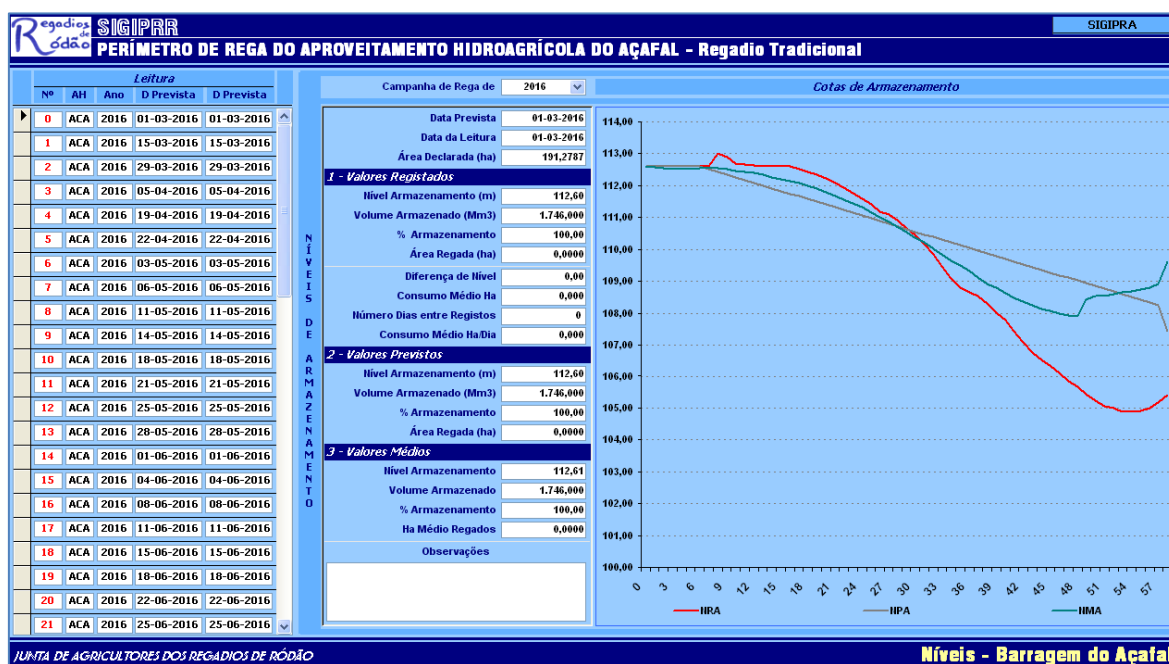


Figura 3.12. - Módulo de Monitorização da Barragem do Açafal.

Actualmente, e desde 2017, o nível de armazenamento da Barragem do Açafal é monitorizado na torre de captação por uma sonda hidrométrica instalada pela Escola Superior Agrária de Castelo Branco, no âmbito de um protocolo existente entre esta escola e a Junta de Agricultores, para estudo e acompanhamento dos caudais de cheia verificados na Ribeira do Açafal e seus efeitos. Também, e ainda no âmbito do estudo referido anteriormente, estão instaladas três sondas de monitorização desde a ano hidrológico de 2015/2016, para o acompanhamento dos caudais da Ribeira do Açafal, desde um ponto a jusante da Barragem do Açafal até ao viaduto da EN 18 sobre a referida ribeira.

É assim possível consultar o registo das leituras por datas; a visualização de registos relativos ao histórico por campanha de rega; e os valores dos níveis e volume de armazenamento.

3.3.8. - Sistema de Rega

A rede do Sistema de Rega dos dois Perímetros de Rega (Figura 3.13.), foi convertida e corrigida a partir das peças originais e telas finais da obra, tendo sido rectificada a sua localização (traçado e equipamentos) por georreferenciação localizada (levantamento por GPS), e integrada no SIGIPR de forma a proceder-se à rectificação da sua codificação, permitindo ter uma base de dados actualizada de todos os seus componentes. Procedeu-se assim ao registo das características da rede de condutas, equipamentos, acessórios e rede de hidrantes.

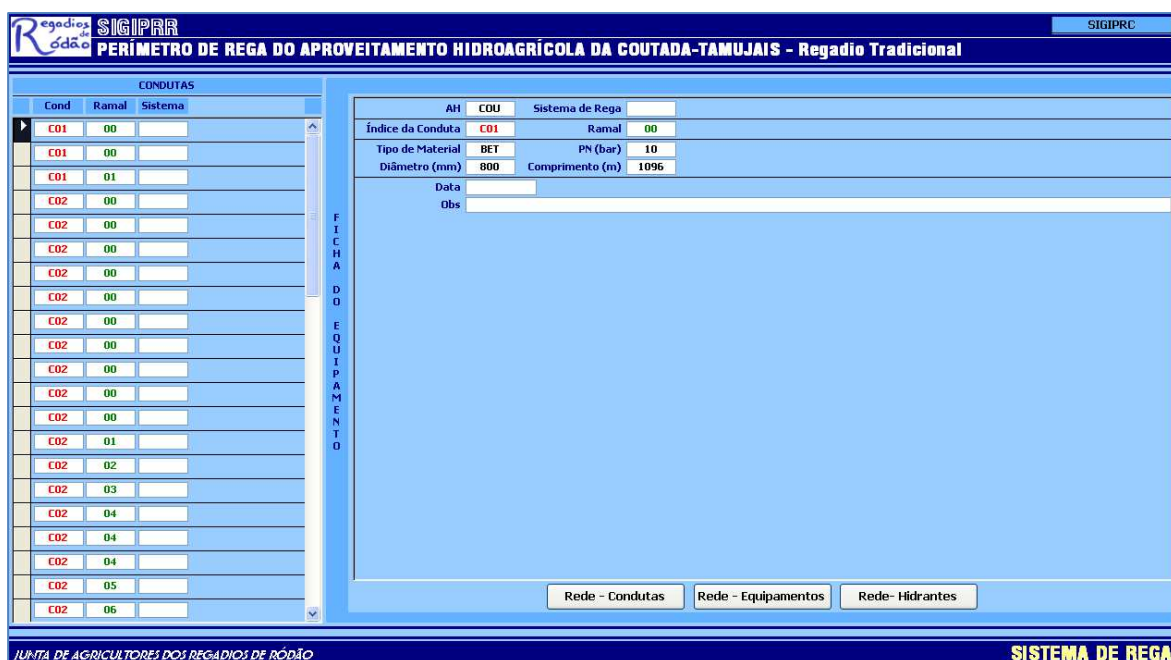


Figura 3.13. - Módulo do Sistema de Rega.

Com o sistema de informação geográfica foi possível a construção ou alteração da rede de rega (condutas, equipamentos e hidrantes). Também foi disponibilizada a impressão e exportação em diferentes formatos da rede de rega (condutas, equipamentos e hidrantes) por AH. Paralelamente foi possível no Explorer for ArcGis para versões móveis a identificação e localização via GPS do Sistema de Rega.

4. - Rede Meteo

A Rede Meteo (Figura 4.1.), enquanto módulo SIGIPRR, pode ser acedido autonomamente ou via menu do AH da Coutada/Tamujais. Este módulo nasce da intenção de compilar toda a informação disponível da Estação Meteorológica Automática (EMA) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) com a identificação 16K/01G relativa aos dados de precipitação e vento desde 1931, da EMA da Coutada (sob a responsabilidade da DRAPC) com dados desde 2008, relativa aos dados de precipitação, temperatura, humidade relativa, da EMA da ESACB instalada na Estação de Bombagem do Açafal relativa aos dados de precipitação desde 2016, e da informação da EMA do Monte do Cabeço (particular), relativa aos dados de precipitação, temperatura, humidade relativa, vento e radiação solar.



Figura 4.1. - Menu Principal do módulo Rede Meteo.

Posteriormente, e face aos dados disponíveis, tornou-se possível disponibilizar a informação relativa às Horas de Frio, à ET_0 (Evapotranspiração de referência), ao factor K_c (Coeficiente cultural) e à ET_c (Evapotranspiração da cultura), calculados pela metodologia da FAO (Allen *et al*, 1998).

4.1. - Rede de estações meteorológicas

Na rede de estações meteorológicas estão disponíveis as actuais estações, sendo possível nesta funcionalidade a criação de novas estações, ou a alteração/alteração de informação relativa às mesmas (Figura 4.2.).

Os dados meteorológicos recolhidos nas estações são registados, por forma a ter-se um conjunto de valores passível de ser usado para diferentes cálculos (por exemplo o relativo a noites tropicais).

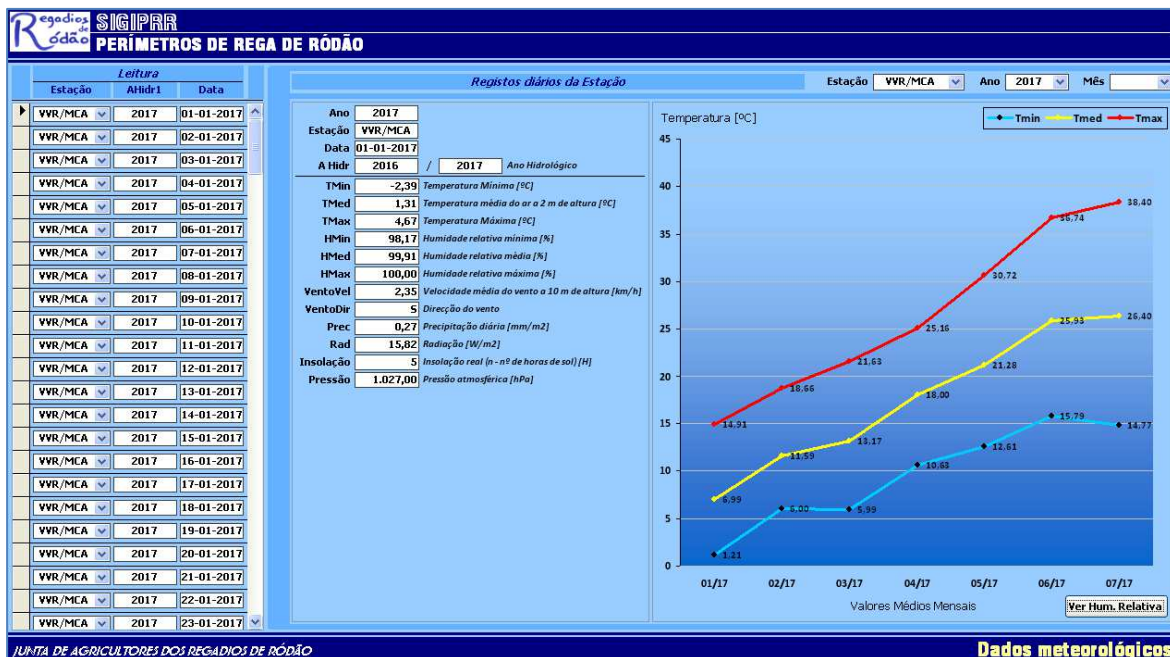


Figura 4.2. - Módulo dos dados das estações meteorológicas, com gráfico de temperatura mínima, máxima e média.

Esta funcionalidade permite a visualização, alteração e introdução dos dados diários observados e registados por estação, a visualização gráfica da variação dos valores mensais (máximo, médio e mínimo) da temperatura e humidade relativa.

4.2. - Horas de Frio

A partir dos dados registados numa estação meteorológica foi possível desenvolver o cálculo para a determinação do número de horas de frio registadas (Figura 4.3.), para valores com temperaturas inferiores a 7.2 °C e com a duração superior ou igual a 60 minutos.

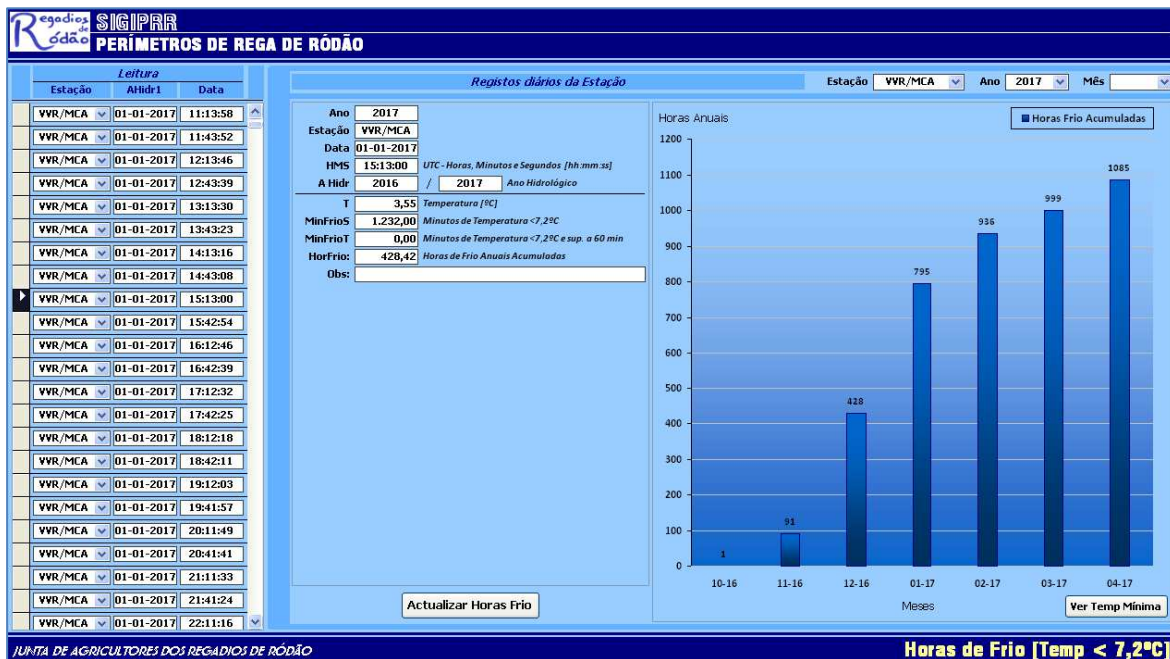


Figura 4.3. - Módulo de registo e cálculo das horas de frio, com gráfico de horas de frio acumuladas.

É assim possível a visualização dos valores das horas de frio anuais acumuladas por ano hidrológico e por estação meteorológica, a visualização do gráfico horas de frio mensais acumuladas, da temperatura mensal máxima e mínima por ano hidrológico e por estação, e visualização do gráfico temperaturas máxima e mínima mensais.

4.3. - Dados dos solos e das culturas

Para os dados relativos aos solos foi adicionada a esta funcionalidade uma tabela com o tipo e textura dos solos mais comuns. Através de análises laboratoriais de amostras de solos recolhidas em parcelas, é possível a introdução de novos dados para solos base (Figura 4.4.).

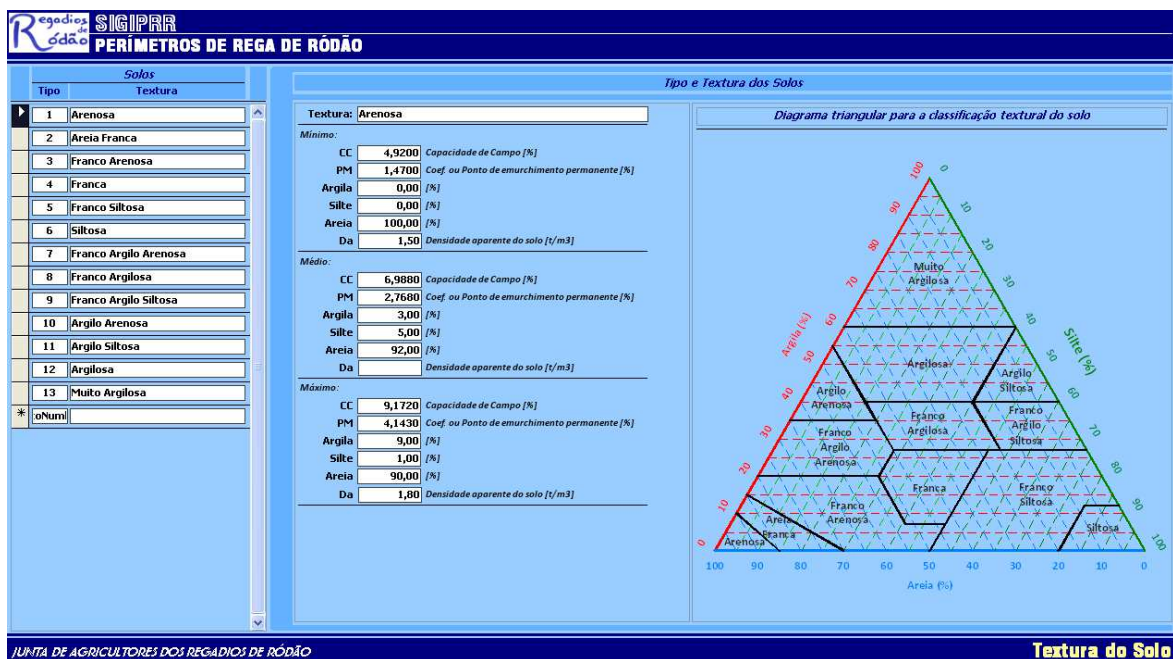


Fig. 4.4. - Exemplo das características de um solo de textura arenosa.

O factor K_c (Coeficiente cultural) contempla o efeito integrado das características de uma determinada cultura ao longo do seu período de desenvolvimento, como sejam, altura, albedo, resistência à transferência de vapor de água para a atmosfera (depende da área foliar, idade da cultura e do controlo estomático), e da evaporação da parte exposta do solo. Evapotranspiração cultural ajustada (ET_{caj}), é referente à evapotranspiração de uma cultura cujo desenvolvimento não se verifica em condições agronómicas e ambientais óptimas, nomeadamente sob stress hídrico.

No ciclo de desenvolvimento das culturas, e segundo a metodologia da FAO (Allen *et al*, 1998) para cálculo das necessidades hídricas, são consideradas quatro fases (Figura 4.5.), tendo inerentes diferentes valores do factor K_c .

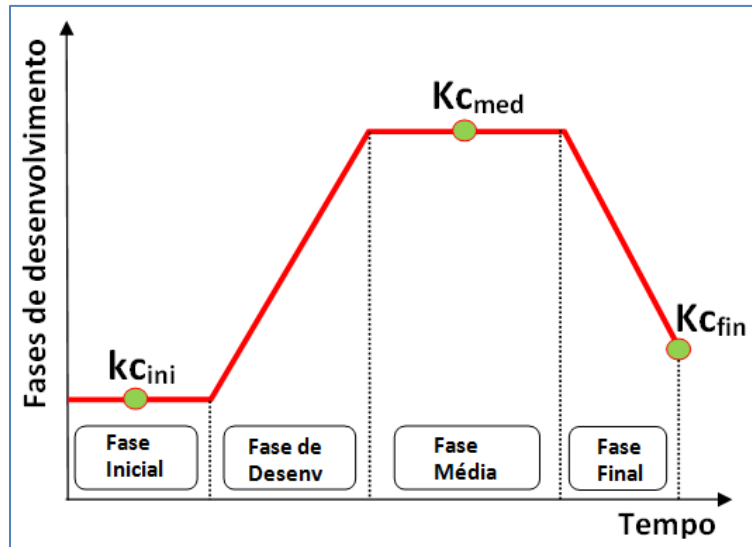


Fig. 4.5. - Fases de desenvolvimento de uma cultura genérica e valores do coeficiente Kc (Duarte, 2016).

O conhecimento da duração de cada fase de desenvolvimento, e dos três valores do factor Kc previstos nesta metodologia, permite o desenho da curva daquele factor válida para o ciclo completo de desenvolvimento de determinada cultura, como podemos ver no ambiente da aplicação SIGIPR (Figura 4.6.), duração de cada fase para a cultura do milho e os respectivos valores Kc (variedade FAO 600).

TipCult	Cultura	Desc
MILH400	MILH	Milho Grão FAO 400
MILH600	MILH	Milho Grão FAO 600
NOGAVFH	NOG	Nogueiral em pleno desenvolvimento
NOGAVFMH	NOG	Nogueiral em pleno desenvolvimento
NOGAVFMS	NOG	Nogueiral em pleno desenvolvimento
NOGAVFS	NOG	Nogueiral em pleno desenvolvimento

Fase	Descrição	D Prev	Kc Ref	Kc de referência
1	Sementeira	0	0,40	Kc ini
2	Emergência (10%)	5	0,40	
3	Desenvolvimento vegetativo rápido	18	0,40	
4	Floração	35	1,15	Kc mid
5	Formação espiga	20	1,15	
6	Maturação	31	1,15	
7	Colheita	26	0,35	Kc end
*		0	0,00	

Figura 4.6 - Valores do coeficiente cultural único (Kc) para a cultura do milho (variedade FAO 600).

No módulo de Culturas (Figura 4.7.) é possível registar o acompanhamento das fases de uma determinada cultura, com os valores iniciais em função do Kc já disponível no módulo Kc-Coefficiente Cultural, e posteriormente, atualizá-lo com os dados verificados experimentalmente.

Deste modo torna-se possível criar registos anuais para uma determinada cultura, que poderá constituir uma referência em anos seguintes para o mesmo tipo de cultura.

Os valores do Coeficiente Cultural (K_c) para as diferentes fases de desenvolvimento poderão assim ser adaptados experimentalmente, para uma determinada região pelas observações e registos da sua evolução durante o seu ciclo vegetativo, com os valores de referência de $K_{c_{ini}}$ (inicial), $K_{c_{med}}$ (médio), $K_{c_{fin}}$ (final), h (altura máxima da cultura em metros) e Z_r (profundidade radicular máxima).

Fase	Data	Descrição	Dias	Kc	Data Prev	ias Pre	Kc de referência
1	25-05-2016	Sementeira	0	0,40	25-05-2016	0	Kc ini
2	30-05-2016	Emergência (10%)	5	0,40	30-05-2016	5	
3	17-06-2016	Desenvolvimento vegetativo rápido	23	0,68	17-06-2016	18	
4	22-07-2016	Floração	58	1,15	22-07-2016	15	Kc mid
5	11-08-2016	Formação espiga	98	1,24	11-08-2016	20	
6	11-09-2016	Maturação	129	1,19	11-09-2016	31	
7	07-10-2016	Colheita	155	0,35	07-10-2016	26	Kc end
*	0		0	0,00		0	

Fig. 4.7. - Duração de cada fase do ciclo da cultura do milho (variedade FAO 600).

4.4. - Cálculo da Evapotranspiração

A rega tem por objectivo compensar as plantas pelas perdas de água ocorridas através da evapotranspiração, sendo a quantidade de água a fornecer e o momento mais favorável dependentes de vários factores, nomeadamente meteorológicos, da cultura e seu estado fenológico, do desenvolvimento radicular e das propriedades do solo.

O conceito de necessidades hídricas da cultura pode ser definido como a quantidade de água de rega, complementar à precipitação, que é requerida pela cultura para alcançar os níveis de produção pretendidos dentro de padrões de qualidade requeridos, ao mesmo tempo que permite manter um equilíbrio no balanço de sais na zona radicular (Duarte, 2006). Numa aceção simplificada do balanço de água no solo, o volume de água requerido pela cultura será o que, num determinado período de tempo e em determinadas condições de exploração e do meio, foi perdido por evaporação e por transpiração num processo conjunto denominado de evapotranspiração (Duarte, 2016; Isidoro *et al*, 2004).

As perdas de água por evaporação, processo essencialmente físico, verificam-se sobretudo a partir da superfície do solo; as perdas por transpiração, processo essencialmente fisiológico, ocorrem a partir dos estomas das plantas. Dado serem diferentes as características da actividade fisiológica dos vários tipos de plantas, bem como as condições de exploração e do meio (tipo de solo, rega, fertilizações, controlo de doenças), são estabelecidos vários conceitos de evapotranspiração (Allen *et al*, 1998; Pereira, 2005).

Evapotranspiração de referência (ET₀) (Figura 4.8.), diz respeito à taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência, sob condições de pleno conforto hídrico, sendo o seu cálculo normalmente efectuado pela Equação de Penman-Monteith (Monteith and Unsworth 1990; Allen *et al*, 1998). Este conceito de evapotranspiração, sob as condições especificadas, torna-se assim um parâmetro climático.

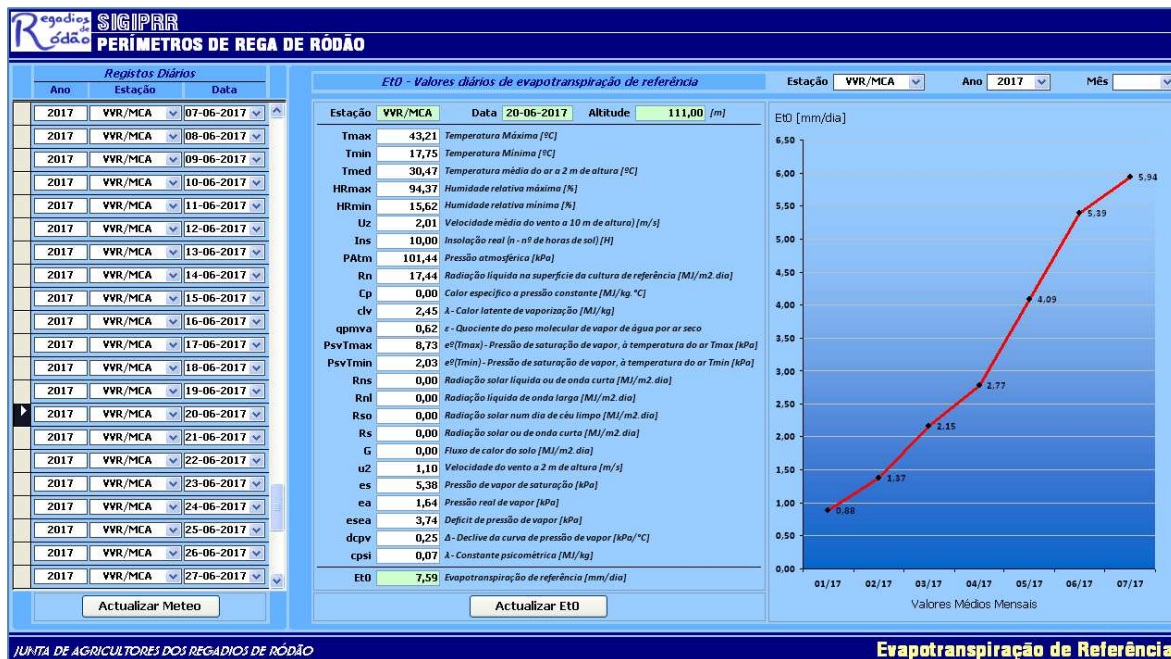


Fig. 4.8. - Exemplo cálculo da Evapotranspiração de Referência diária (ET₀) calculada pela Equação de Penman-Monteith (Allen *et al*, 1998) para um dia, e sua evolução ao longo do ano de 2017.

Equação de Penman-Monteith:

$$ET_0 = \frac{0,408 \times \Delta \times (900 / (T + 273)) \times u_2 \times (es - ea)}{\Delta \times \gamma (1 + 0,34 \times u_2)}$$

em que:

- ET₀ – evapotranspiração de referência (mm/dia);
- Rn – radiação líquida na superfície da cultura de referência (MJ/m².dia);
- G – fluxo de calor do solo (MJ/m².dia);
- T – temperatura média do ar a 2 m de altura (°C);
- u₂ – velocidade do vento a 2 m de altura (m/s);
- es – pressão de vapor de saturação (kPa);
- ea – pressão real de vapor (kPa);
- (es – ea) – deficit de pressão de vapor (kPa);
- Δ - declive da curva de pressão de vapor (kPa/°C);
- γ – constante psicométrica (kPa/°C).

Evapotranspiração cultural (ET_c) (Figura 4.9.), refere-se à perda de água para a atmosfera de uma determinada cultura que, sob determinadas condições climáticas (ET₀), se desenvolve

em condições óptimas de manejo e do meio. A reposição de água, através da rega, numa taxa equivalente à ETc, conduz a uma produção otimizada nas condições climáticas especificadas.

Com a disponibilidade de dados meteorológicos diários, tomados de forma automática das estações meteorológicas da zona deste aproveitamento hidroagrícola, suficientes para cálculo da ET₀ em ambiente da aplicação SIGIPR, e conhecida a curva do fator K_c, é possível o cálculo diário da ET_c de uma cultura em ambiente da aplicação SIGIPR), ou seja das necessidades hídricas diárias. A fórmula para o seu cálculo é a seguinte:

$$ETc = ET_0 \times Kc$$

na qual as variáveis têm o significado que já foi referido anteriormente.

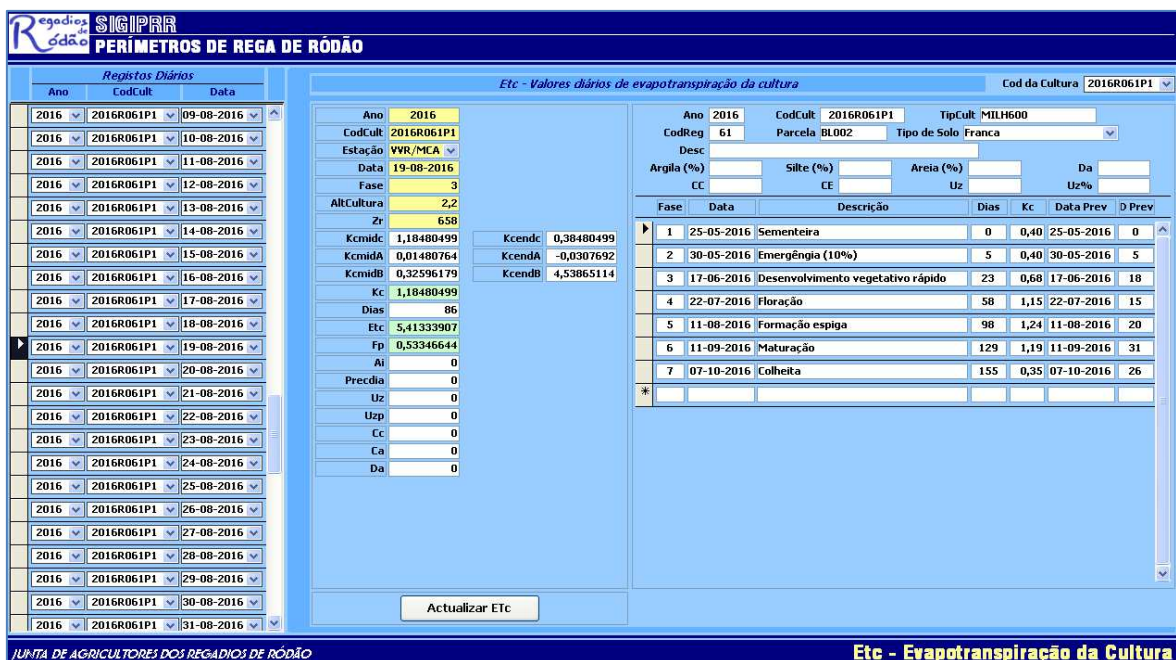


Figura 4.9. - Exemplo de cálculo da Evapotranspiração cultural diária (ETc) pela metodologia proposta pela FAO (Allen *et al*, 1998) para um dia da campanha de rega de 2016.

De referir que as diferenças entre a evaporação do solo e transpiração das plantas, podem ser estimadas com maior precisão utilizando um coeficiente duplo da cultura ($Kc = Ke + Kcb$). O coeficiente Ke respeita à componente da evaporação que ocorre na superfície do solo. O coeficiente Kcb (coeficiente basal da cultura) representa o quociente entre a ET_c e a ET₀ quando a superfície do solo se encontra seca, mantendo-se a humidade do solo na zona radicular a um valor que não limita a evapotranspiração (Allen *et al*, 1998; Pereira, 2005). Esta é a situação que normalmente se verifica no decurso da rega de culturas frutícolas, pelo que será mais adequado calcular a ET_c com o coeficiente Kcb (Veloso *et al*, 2017).

$$Kc_{med} \text{ corrigido} = Kc_{med} \text{ tab} + (0,04 \times (Uz - 2)) - (0,004 \times (HR \text{ min} - 45) \times ((h / 3)^{0,3}))$$

$$a = (Kc_{med} \text{ corrigido} - Kc_{ini}) / (D_2 - D_3)$$

$$b = Kc_{med\ corrigido} - (D_3 * a)$$

$$Kc = (D_1 * a) + b$$

Em que:

D1 - dias decorridos desde o início da instalação da cultura;

D2 - dias decorridos até a Kc med;

D3 - dias decorridos até ao fim da fase de Kc ini;

a - const do Kc med corrigido;

b - const do Kc med corrigido;

h - altura cultura (m);

HR min - humidade relativa mínima (%);

Uz - velocidade média do vento (m/s).

Para o valor de Kc end deverá ser adaptado pelo valor do Kc end corrigido:

$$Kc_{fin\ corrigido} = Kc_{fin\ tab} + (0,04 * (Uz - 2)) - (0,004 * (HR\ min - 45) * ((h / 3)^{0,3}))$$

$$Kc = Kc_{fin\ corrigido}$$

Em que:

h - altura cultura (m);

HR min - humidade relativa mínima (%);

Uz - velocidade média do vento (m/s).

Os módulos da aplicação SIGIPR anteriormente exemplificados nesta secção, encontram-se presentemente operacionais para uma parte das culturas que são praticadas neste perímetro de rega. A breve prazo antevemos que esteja finalizada a base de dados respeitantes aos coeficientes Kc das culturas, bem como a duração de cada fase dos respectivos ciclos. A disponibilização para os agricultores dos valores diários da ETc das culturas mais representativas nesta zona de regadio, entendido como as necessidades hídricas em condições de satisfação plena das mesmas, perfila-se também como uma tarefa a concretizar num futuro próximo. É incontornável o uso eficiente da água usada na agricultura, e a obtenção de bons indicadores de aplicação da água, dado o panorama de escassez que se tem vindo a verificar nos últimos anos, e pelo seu custo já elevado em alguns perímetros de rega, agravado no futuro pelo previsível aumento do seu custo pela pressão da procura (Burt *et al*, 1997).

Antevemos também com interesse a simulação e divulgação das necessidades hídricas das culturas mais representativas deste aproveitamento hidroagrícola, em condições de stress hídrico, motivado por circunstâncias diversas (Pereira *et al*, 2009). As fórmulas para o seu cálculo são as seguintes:

$$ET_{caj} = ET_0 * Kc * Ks$$

sendo Ks o coeficiente de stress hídrico, calculado pela seguinte expressão:

$$Ks = (ADT - Dr) / (1 - p) * ADT$$

em que:

ADT – água disponível total na zona radicular das plantas (mm);

D_r – deficit de água na zona radicular das plantas (mm);
 p – fracção da ADT que a cultura pode extrair da zona radicular das plantas, sem sofrer stress hídrico.

O cálculo das necessidades hídricas das culturas em condições de stress hídrico encontra-se já sistematizado, sendo necessário incluí-lo na aplicação SIGIPR. Apresentamos a seguir exemplos de balanços água no solo para a cultura do milho em condições de stress e de conforto hídrico (Figura 4.10. e Figura 4.11.), cujos cálculos se baseiam na metodologia da FAO (Allen *et al*, 1998).

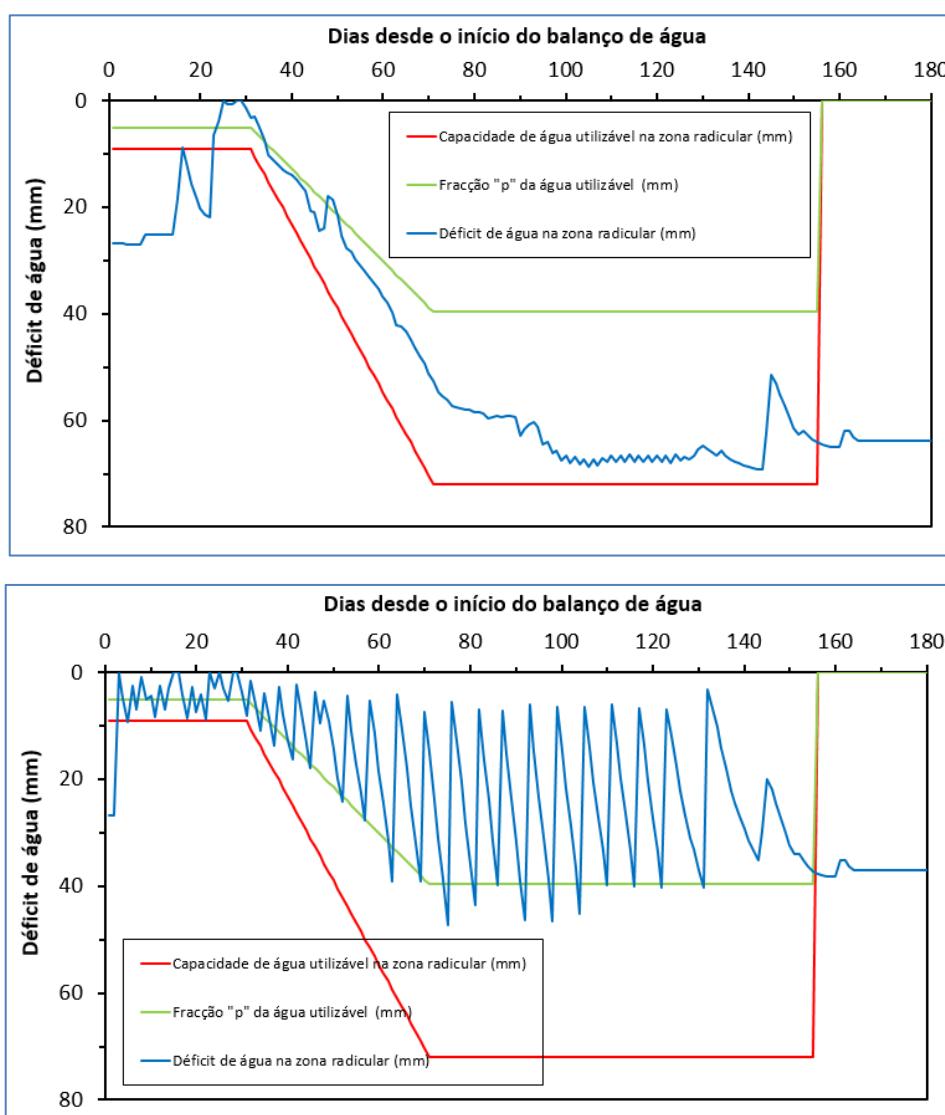


Figura 4.10 - Balanço de água no solo para a cultura do milho em condições de stress hídrico, e em condições de conforto hídrico.

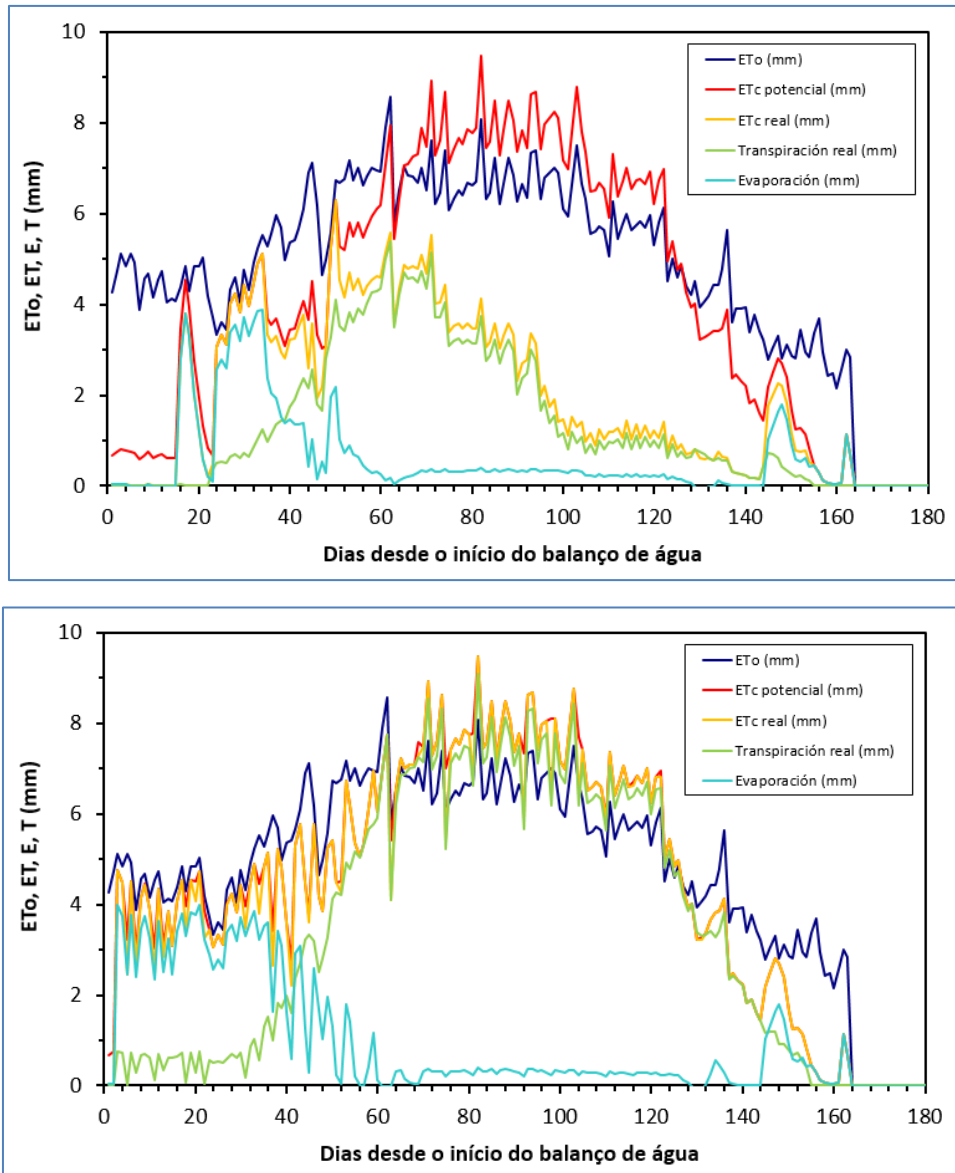


Figura 4.11. - Evapotranspiração (ETo, ETc potencial e ETc real), transpiração e evaporação calculadas para a cultura do milho, em condições de stress hídrico, e em condições de conforto hídrico.

5 - Aplicação do sistema SIGIPR às Campanhas de Rega

5.1. - Acompanhamento das Campanhas de Rega

O SIGIPR, enquanto base de dados, permite a partir de consultas pré-formatadas, ser a fonte de alimentação de dados para a página web (Figura 5.1.) dos Regadios de Ródão (www.acafal.pt)



Figura 5.1. - Página web do histórico das Campanhas de Rega.
(fonte: Página Web dos Regadios de Ródão em www.acafal.pt).

É a partir desses dados que, com a aplicação do Microsoft Excel, se actualiza automaticamente as páginas alojadas localmente (servidor ou computador), e posteriormente tratadas por programa específico para construção e alteração de conteúdos web, e a sua sincronização com o servidor de alojamento web.

5.2. - Elaboração dos Relatórios da Campanha de Rega

A ferramenta de gestão SIGIPR, enquanto base de dados, permite a partir de consultas pré-formatadas, ser a fonte de alimentação de dados para tratamento estatístico (tabelas e gráficos) para a produção dos relatórios anuais dos Regadios de Ródão, como por exemplo no quadro (Figura 5.2.) e gráfico (Figura 5.3.) seguintes.

COD	Tipo de Cultura	Área Regada		Dotação Prevista
		Ha	%	m3
000	Multi-Culturas	17,1498	4,16	64.311
CITR	Citrinos	0,3966	0,10	2.181
HOR	Horticultura	6,8769	1,67	34.384
LUZ	Luzerna	5,3954	1,31	32.372
MIL	Milharada	20,1214	4,88	67.029
MILF	Milho Silagem	43,2219	10,47	194.499
MILH	Milho Grão	145,2115	35,18	885.362
NABF	Nabo Forrageiro	1,8550	0,45	2.783
NOG	Nogueira	41,2982	10,01	144.543
OLI	Olival	42,6341	10,33	127.904
PAST	Pastagem Permanente	4,6786	1,13	28.072
POM	Pomóideas	6,4842	1,57	22.694
PRAT	Prado Temporário Regadio	5,2718	1,28	31.631
PRU	Prunóideas	0,6206	0,15	2.172
SOR	Sorgo (Erva do Sudão)	69,0436	16,73	276.176
VIN	Vinha	2,4634	0,60	4.312
Total		412,7230	100,00	1.920.425

Figura 5.2. - Campanha de Rega de 2017 - Áreas regadas e dotações previstas.

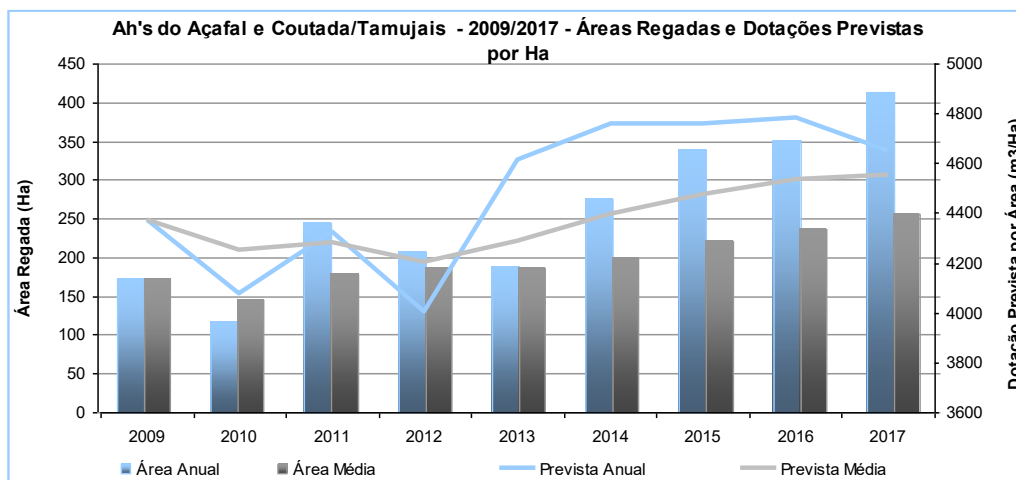


Figura 5.3. - Campanhas de Rega - Evolução Áreas regadas e dotações previstas.

Da mesma forma, através do uso do ArcGis permite fornecer mapas e outros dados para os relatórios anuais dos Regadios de Ródão, como por exemplo no mapa seguinte da Campanha de Rega de 2017 (Figura 5.4.).

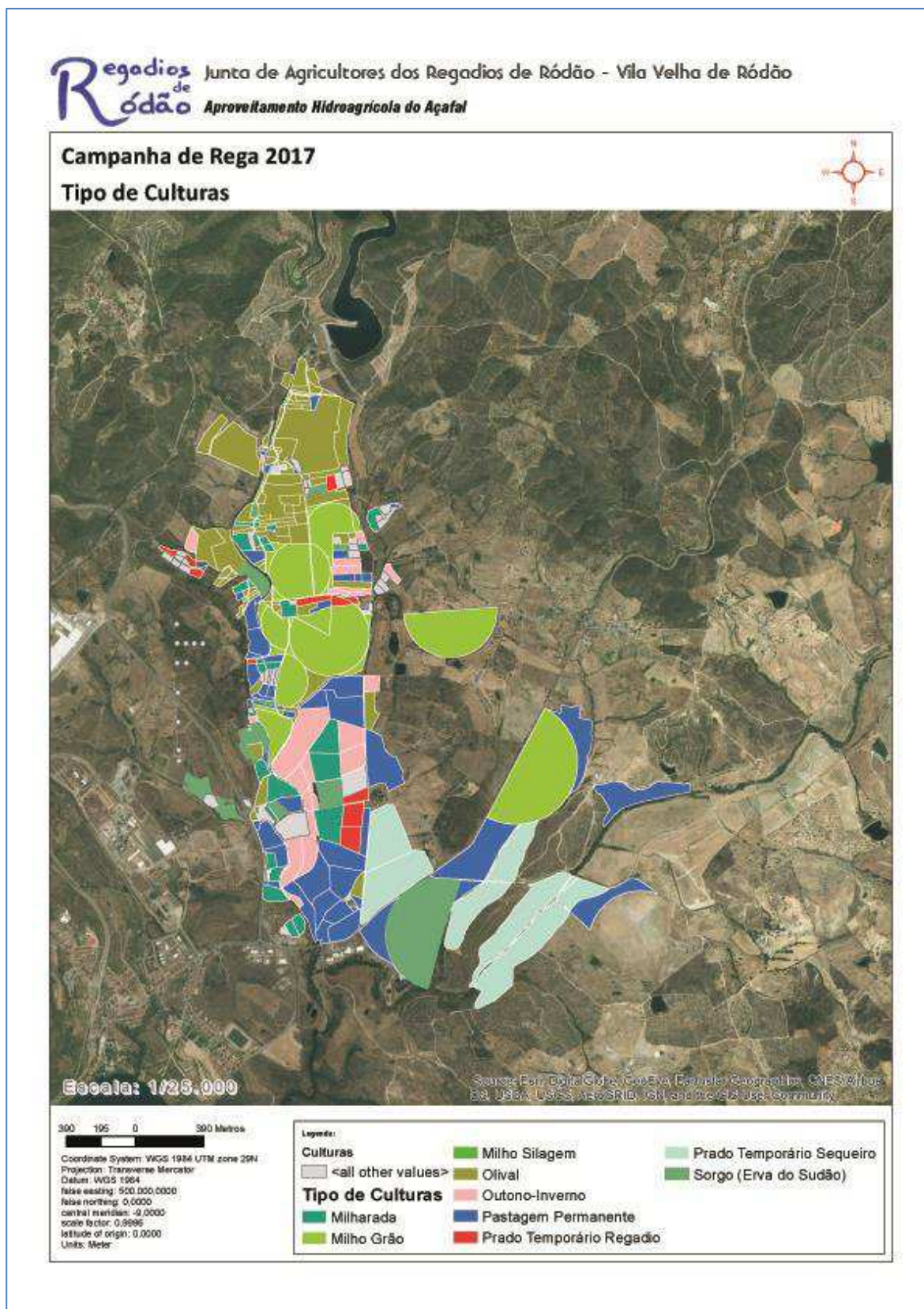


Figura 5.4. - Campanhas de Rega - Áreas regadas por tipo de culturas.
 (Fonte: SIGIPR-ARGGIS - Exploração 2017 (JARR)).

6. - Conclusões e perspectivas futuras de trabalho

6.1. - Conclusões

O desenvolvimento deste projecto tem permitido ter uma visão integrada das múltiplas questões técnicas e de gestão de um aproveitamento hidroagrícola, cuja actividade deve garantir que a água, muitas vezes escassa, deve ser usada respeitando os princípios de um uso equitativo, eficiente e preventivo. Por outro lado, as acções de gestão inerentes a um regadio colectivo são múltiplas e complexas, num quadro de resolução das questões que deve ser parcimoniosa, objectiva e executada em tempo oportuno. As ferramentas informáticas como o SIGIPR, desenvolvida neste projecto, quando convenientemente concebidas ou adaptadas às circunstâncias de cada realidade, revelam-se de enorme potencial na gestão eficiente de um perímetro de rega. No início de cada campanha, o uso dos módulos Cadastro, Parcelar, Proprietários e Campanha de Rega, alguns conectados com informação georreferenciada em ambiente SIG, tem-se mostrado grandemente facilitador na actualização dos regantes e do panorama cultural, podendo ser posteriormente confirmada no campo com recurso a um módulo específico da aplicação SIGIPR. Por outro lado, no final da campanha de rega, e considerando a informação já adquirida no início da mesma, a emissão automática das facturas a serem cobradas a cada regante, e se for necessário a emissão de vários avisos, representa um enorme ganho de eficiência e de oportunidade nesta actividade de gestão. O conhecimento georeferenciado e actualizado da rede de condutas, permite uma resposta mais rápida e eficaz na resolução de problemas no decorrer da campanha de rega. A monitorização do armazenamento nas albufeiras ao longo da campanha de rega, e a sua análise gráfica e a comparação com o comportamento de outras campanhas de rega, permite prevenir a eventual escassez de água considerando o panorama cultural e as necessidades hídricas projectadas até ao final da campanha. O módulo de cálculo da evapotranspiração cultural, das múltiplas culturas praticadas nos aproveitamentos hidroagrícolas considerados neste estudo, deverá mostrar-se de grande utilidade para os agricultores, que poderão contar com um serviço de aconselhamento para as dotações a praticar podendo reflectir-se em diminuição de custos da água de rega, e para a Junta de Agricultores dos Regadios de Rodão que poderá oferecer um serviço que permitirá um uso mais eficiente da água na agricultura de regadio.

6.2. - Perspectivas futuras de trabalho

A moderna gestão de perímetros de rega não se deve limitar à actividade administrativa, assumindo a vertente técnica uma importância acrescida na adesão dos agricultores ao regadio e no uso eficiente da água. Torna-se por isso determinante o desenvolvimento e implementação de sistemas de monitorização e serviços de aconselhamento aos regantes, em que uma das acções mais visíveis é a informação das dotações de rega a praticar para as várias culturas, em função das condições meteorológicas antecedentes. Dando cumprimento ao referido anteriormente, encontra-se parcialmente operacional o aconselhamento das dotações de rega para as culturas mais representativas deste perímetro de rega. A curto prazo prevemos que seja completada a base de dados dos solos e culturas necessários ao cálculo da evapotranspiração cultural, bem como a disponibilização aos agricultores desta informação, crucial para o uso mais eficiente da água na agricultura. Também deverá ser operacionalizado

e alojado na aplicação SIGIPR o cálculo das necessidades hídricas das culturas em condições de stress hídrico, que poderá ser de enorme interesse em situação de escassez de água.

Pela arquitectura de desenvolvimento, bem como pela fácil interacção entre os módulos que a integram, o seu desenho já a pensar na tarefa de adaptação e integração a outros aproveitamentos hidroagrícolas, mediante a reactualização ou actualização das bases de dados, geográficos, formulários e outros, e, mas com um suportável baixo custo de software e implementação. Também de referir que com este tipo de estrutura, permite a partilha e uso de dados para análise e comparação estatística.

Bibliografia

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, Rome.

Burt, C. M., Clemmens, A. J., Strelkoff, T. S., Solomon, K. H., Bliesner, R. D., Hardy, L. A., Howell, T. A., Eisenhauer, D. E. 1997. Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 123: 423-442.

DRAPC. 2010. Caracterização do Aproveitamento Hidroagrícola do Açafal. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, Castelo Branco.

DRAPC. 2011. Caracterização do Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, Castelo Branco.

DGADR. 2016. Sistema de Informação do Regadio. Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, Disponível em <http://sir.dgadr.pt/>.

DGADR. 2018. Dotações de referência para a rega em Portugal continental. Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Acedido em 14 de Novembro de 2018 em <https://www.dgadr.gov.pt/rec/acao-7-5-uso-eficiente-da-agua>.

Duarte, A. C. 2006. Contaminación difusa originada por la actividad agrícola de riego, a la escala de la cuenca hidrográfica. PhD Dissertation, Universidad de Córdoba, Spain.

Duarte, A. C. 2016. A rega da cultura do pessegueiro. In: +Pêssego – Guia Prático da Produção, Volume I, Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional.

FAO. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, Rome.

FAO. 2018b. CLIMWAT 2.0. Acedido em 16 de Novembro de 2018 em <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/en/>

FAO. 2018c. AQUACROP. Acedido em 19 de Novembro de 2018 em <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/aquacrop/en/>

Isidoro, D., Quílez, D., Aragüés, R. 2004. Water balance and irrigation performance analysis: La Violada irrigation district (Spain) as a case study. *Agricultural Water Management* 64: 123-142.

IPMA. 2018. *Normais Climatológicas*. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Acedido em 11 de Dezembro de 2018 em <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima>

Köppen e Geiger, 1928-1936. Sistema de classificação dos tipos climáticos na Terra.

JARAL. 2010. Regulamento n.º 01/2010 de 27 de Fevereiro. Junta de Agricultores do Regadio do Açafal. Vila Velha de Ródão.

JARCT. 2012. Regulamento n.º 01/2012 de 25 de Fevereiro - Junta de Agricultores do Regadio do Colectivo da Coutada/Tamujais. Vila Velha de Ródão.

JARR. 2014. Regulamento n.º 01/2014 de 28 de Novembro. Regulamento para as Campanhas Anuais de Rega do PRAHA (Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola

do Açafal) e do PRAHCT (Perímetro de Rega do Aproveitamento Hidroagrícola da Coutada/Tamujais) e SIGIPRR (Sistema de Gestão Integrado dos Perímetros de Rega dos Regadios de Ródão). Junta de Agricultores dos Regadios de Ródão. Vila Velha de Ródão.

Lorite, I. J., Mateos, L., Fereres, E. 2004. Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment. II. Variability among crops and farmers. *Irrigation Science* 23: 85-92.

Lozano, D., Mateos, L. 2008. Usefulness and limitations of decision support systems for improving irrigation scheme management. *Agricultural Water Management* 95: 409-418.

Monteith, J. L., Unsworth, M. H. 1990. *Principles of environmental physics*. 2nd edn, Edward Arnold, London.

Pereira, L. S., Cordery, I., Lacovides, I. 2009. *Coping with Water Scarcity – Addressing the Challenges*. Springer Science+Business.

Pereira, L. S. 2005. *Necessidades de Água e Métodos de Rega*. Publicações europa-América, Lisboa.

VBA. Microsoft Visual Basic for Applications. 2012 Microsoft Corporation.

