

# O SISTEMA AGROMETEOROLÓGICO PARA A GESTÃO DA REGA NO ALENTEJO – SAGRA – COMO FERRAMENTA DE APOIO AO REGANTE DO ALENTEJO

Isaurindo Oliveira & Jorge Maia  
Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio  
Quinta da Saúde Apartado 354 7801-904 BEJA PORTUGAL  
Tel.: +351 284 321 582  
Fax: +351 284 321 583  
Correio electrónico: [jorge.maia@cotr.pt](mailto:jorge.maia@cotr.pt)

## **Resumo**

*O Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo – SAGRA é um serviço que visa, com base na rede de estações agrometeorológicas instaladas nas principais zonas de regadio do Alentejo, disponibilizar informação que permita ao regante gerir de forma mais eficiente a rega das suas culturas.*

*Recorrendo à metodologia recomendada pela FAO, com base nos parâmetros climáticos monitorizados pelas estações agrometeorológicas, é estimada a evapotranspiração da cultura de referência (ET<sub>o</sub>). De acordo com os coeficientes culturais disponibilizados pela FAO é calculada a evapotranspiração para as culturas mais importantes da região.*

*Toda a informação é disponibilizada, com base semanal, através da internet e pelos diversos jornais locais.*

## **Abstract**

*The meteorological network for irrigation scheduling in Alentejo is a system with the purpose, based on the weather stations located in the most important irrigated areas in Alentejo, to supply profitable information for irrigation scheduling and increase the efficiency in water use.*

*Using the methodology recommended by FAO, based on weather data supplied by the weather stations, is estimated the reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>). Based on crop coefficients recommended by FAO is calculated the crop evapotranspiration for the most significant crops in the region.*

*All the information is available, every week, on the internet and in the regional newspapers.*

## **Palavras chave**

*Estação agrometeorológica automática, evapotranspiração, internet*

## **1. INTRODUÇÃO**

A melhoria do rendimento agrícola da região ALENTEJO terá que passar, entre outras, e no que ao factor de produção – ÁGUA – diz respeito, pela racionalização da sua utilização através duma gestão adequada da água de rega que permita aumentar o rendimento da unidade de volume de água e a eficiência do uso da água na agricultura, que, de acordo com o Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água, pretende passar a eficiência actual dos actuais 58 % para 66% dentro dum prazo de 10 anos, ou seja, reduzir cerca de  $790 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ , o que significa poupar cerca de  $65 \times 10^6 \text{ €/ano}$ , considerando um custo da ordem dos  $0,08\text{€ m}^3/\text{ano}$ .

Sendo a água um factor escasso, e a agricultura o seu maior utilizador, torna-se urgente gerir a rega duma forma adequada tendo como grande objectivo aumentar a **Eficiência da Rega** (diminuir as perdas de água não produtivas) e a **Uniformidade da Rega** (disponibilizar igual quantidade de água por todas as plantas), de tal modo que permitam o uso adequado da água duma forma conservativa em termos de – **água, solo, energia e ambiente**.

Esta tarefa, importantíssima para as áreas já regadas, torna-se ainda mais urgente ser interiorizada tendo em vista as novas áreas que irão progressivamente sendo implementadas com o novo regadio do Alqueva, o que exige, técnicos com formação adequada, e meios de divulgação e de demonstração junto dos utilizadores, que permitam a estes compreender os reais benefícios duma gestão da rega adequada, e possibilitem a obtenção de uma maior eficiência de utilização da água com reduções significativas de custos.

Consciente deste desafio, foi criado em Março de 1999 o **Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR)**, cujo objectivo consiste em potenciar o desenvolvimento da regadio, em especial através da coordenação e promoção da experimentação, demonstração e difusão de resultados, da assistência Técnica, da formação e qualificação profissional, com especial ênfase na área do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

Este Centro com 43 associados é participado em cerca de 46 % pelo Ministério da Agricultura Desenvolvimento Rural e das Pescas, 25 % por Associações de Agricultores, 15 % por universidades e Institutos Politécnicos e 13 % por empresas de serviços, de projectos, de industria agrícola, etc.

Em 2001, e de acordo com o Plano de Estratégia do COTR foi posto em marcha um programa que irá criar um Serviço de Apoio à Gestão e Uniformidade da Água de Rega – SAGUAR – junto do agricultor de forma a melhorar e sustentar duma forma racional o **Uso da Água na Agricultura** em geral, e com especial relevo na área do Alentejo, e dentro desta nas bacias hidrográficas do Guadiana e Sado, áreas tradicionalmente de sequeiro e que, com a construção da barragem do Alqueva no rio Guadiana, vão permitir a rega de cerca de 110 000 ha.

Com este programa pretende-se, entre outros:

- captar e organizar toda a informação disponível e dispersa através da **Criação de um Sistema de Informação** informatizado que permita, duma forma capaz e em tempo real, transferir toda a informação disponível para todos os interessados, por diferentes vias, entre as quais se destaca a Internet. Este sistema será suportado pelas novas tecnologias de informação e comunicação, em particular a Internet, e integrar com uma base de dados relacional a desenvolver especificamente para o efeito. A solução a implementar irá permitir a manutenção em tempo real da informação a disponibilizar na Internet e possibilitar a pesquisa on-line do conteúdo da base de dados relacional, a definição de perfis de utilizador, o envio automático de avisos para os utilizadores registados, etc.
- Disponibilizar os dados de base solo-clima-cultura que vão sendo obtidos, entre os quais estarão já disponíveis os provenientes do – **Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo – SAGRA** - relativos a dados meteorológicos das distintas zonas regadas, fornecer recomendações de rega em função do consumo semanal de água por parte das principais culturas e atendendo ao estado de desenvolvimento das mesmas e criar ferramentas que permitam através do *site* do COTR obter informações, fazer pequenas consultas sobre temas importantes, e tomar decisões sobre a gestão da rega, tendo por base ferramentas de apoio à decisão.
- criar um serviço de Assistência Técnica ao agricultor que permita melhorar o aproveitamento da terra e conseqüentemente criar condições para que a agricultura

nesta área, tenha maior capacidade competitiva, melhorar a capacidade dos técnicos, de modo que estes respondam de uma forma adequada ao desafio que representará toda a alteração para o regadio de uma agricultura de sequeiro, melhorar a capacidade técnica dos agricultores através da aquisição e aplicação adequada dos conhecimentos que lhe permitam tomar as posições mais correctas sobre as culturas a introduzir e/ou melhorá-las, bem como os métodos, equipamentos e técnicas a utilizar, de forma a rentabilizar as suas explorações agrícolas, apoiar directamente os utilizadores da água – Agricultores – ao nível da concepção do projecto de rega, do diagnóstico do funcionamento dos equipamentos já adquiridos e instalados (incluindo equipamentos de rega propriamente ditos bem como, das estações de bombagem), da gestão da rega e da fertilização, do apoio à conservação do solo e da água.

- Criação de Material Técnico, cujo objectivo principal consiste em produzir num curto espaço de tempo este conjunto de informação de modo a que a mesma possa ser disponibilizada o mais rapidamente possível, especialmente dedicada aos utilizadores - Técnicos, Consultores, Prestadores de Serviços e Agricultores, a qual passará essencialmente pelas seguintes vias: produção de pequenas publicações, escritas em linguagem simples, ilustradas e com exemplos de aplicação, versando aspectos sobre a utilização de equipamentos de medição, controle, etc., ou seja, sobre a tecnologia de regadio, produção de material didáctico – manuais, vídeos, slides, etc. – de apoio aos cursos de formação, concentrada no denominado - **GUIA DE REGA**, cuja primeira versão se prevê estar concluída no final de 2003.
- Criação da Área Laboratorial virada para o exterior, e cujo objectivo consistirá em apoiar directamente os utilizadores da água – Agricultores – no controle do funcionamento e da qualidade dos equipamentos de rega já adquiridos e instalados, ou a adquirir, seja no apoio á gestão da rega e da fertilização, o que permitirá o uso mais racional dos factores de produção água e fertilizantes para permitir um maior rendimento dos mesmos e melhoria das condições ambientais em que o regadio se desenvolve.

De todas estas actividades do COTR já em funcionamento abordar-se-á neste documento somente os aspectos relacionado com o SAGRA, através do qual se pretende vir a criar a curto prazo um **Serviço de Avisos de Rega**, tendo por base a construção de bases de dados climáticos – SAGRA -, bases de dados das culturas de regadio mais representativas da região e bases de dados de solos, permitindo assim contribuir para um aumento da eficiência e da uniformidade da rega, de modo a reduzir os consumos de água na agricultura, ou a disponibilizar o mesmo volume de água para uma área de rega superior, e assim, contribuir para a melhoria das condições ambientais e aumento do rendimento do empresário.

O desenvolvimento deste serviço, cuja primeira fase - disponibilização de dados climáticos e necessidades em água - já está a funcionar, passará agora por uma segunda fase, que, com recurso a um conjunto de modelos de programação e condução da rega em tempo real já existentes, permitirá a prestação de um serviço de apoio ao regante a vários níveis:

- Nível geral, com o fornecimento de dados meteorológicos e dados sobre consumo de água pelas culturas;
- Nível particular, com base nas ferramentas disponíveis, em que será possível gerir a rega de um modo mais personalizado, consoante a precisão pretendida.

## 2. OBJECTIVOS DO SERVIÇO

Os objectivos deste serviço consistem essencialmente em proporcionar informação em tempo real que permita racionalizar o uso da água na agricultura de regadio, de modo a:

- adequar a rega às necessidades reais das culturas;
- fornecer instrumentos de decisão sobre as culturas a usar e consumos de água em períodos de escassez de água – secas;
- contribuir para a redução dos consumos de água pela agricultura de regadio;
- diminuir as perdas de água, com a consequente melhoria da qualidade da água que sai das explorações agrícolas, ou seja das condições ambientais dentro e fora destas;
- reduzir os consumos de energia na agricultura, nomeadamente nas estações de bombagem para rega;
- aumentar o rendimento dos agricultores;
- sustentar todos os trabalhos de I&D e/ou controle fitossanitário.

## 3. REDE SAGRA

### 3.1. Considerações gerais

A implementação desta rede foi realizada pelo COTR em parceria com o ex-IHERA (hoje IDRHa), e suportada pelo Programa *INTERREG II – C N.º 1999.09.8065.8* - “Luta contra a seca no Alentejo”.

Inicialmente composto por um conjunto de sete estações agrometeorológicas automáticas (EMA's), é actualmente composto por nove estações, que serão ampliadas para onze no início de 2004, ligadas em rede a uma unidade central de armazenamento e processamento de dados (concentrador regional) com arquivo de dados originais e corrigidos em bases de dados distintas no concentrador.

O concentrador regional, sediado em Beja, transmite os dados periodicamente para o concentrador nacional, sediado em Lisboa, no IHDRa.

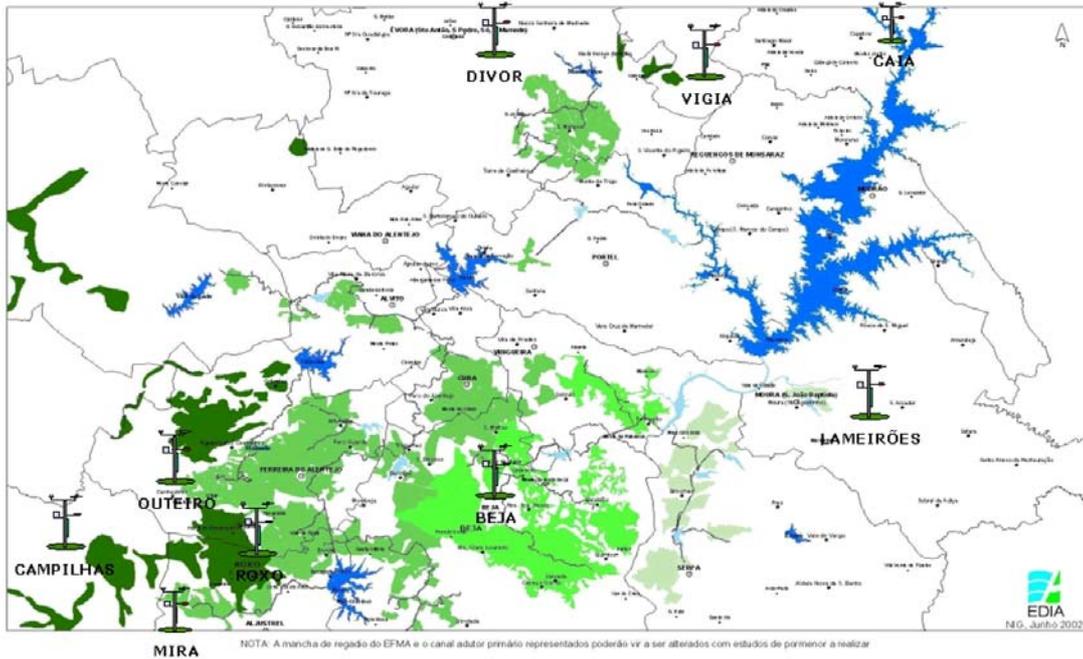
A rede, tal como se disse, é actualmente constituída por nove EMA's localizadas de acordo com a Figura 1. Esta localização, teve inicialmente como preocupação primária, o apoio aos diferentes perímetros de rega já existentes e a instalar, pelo que, como se vê na referida figura, estão essencialmente localizadas em cada um dos perímetros existentes. Actualmente a sua expansão terá em conta a densidade de localização de pequenos regadios individuais, cujo seu inventário está neste momento em fase de execução

Escolhidas as localizações nos seus aspectos mais gerais, procedeu-se depois à sua localização específica dentro das áreas a representar, tendo como principais preocupações:

- que a sua localização fosse representativa da zona (topografia, influência e exposição);
- que a zona fosse coberta pela rede GSM (escolha do operador);
- se possível, que ficasse perto de fontes de água, em local vigiado e de fácil acesso.

As características das EMA's, nomeadamente o tipo de estação e de sensores, a sua fiabilidade e precisão, foram analisados por contactos com os diversos operadores com experiência nesta área, nomeadamente o Instituto de Meteorologia, o Instituto da Água, a Direcção Regional de Agricultura do Algarve e as restantes redes de Avisos Agrícolas.

**Figura 1: Localização da Rede de Estações Agrometeorológicas Automáticas do SAGRA**



Estes contactos permitiram definir as características gerais das EMA's e elaborar o caderno encargos que suportou a oferta de propostas, a partir das quais foi firmado o contrato de fornecimento não só dos equipamentos, como também da rede de comunicações e *software* de recolha, armazenamento, transmissão, tratamento e disponibilização de dados.

Cada estação é composta por um parque meteorológico coberto com relva com uma área de 5 X 5 m (Figura 2), uma unidade central de aquisição, um conjunto de sensores (Figura 2), unidade de alimentação e um sistema de transmissão de dados.

**Figura 2: Aspecto Geral da Estação Agrometeorológica Automática do SAGRA**



A transmissão de dados entre as estações do SAGRA e o concentrador regional é feita através da rede GSM, e entre o concentrador regional e o concentrador nacional é feita pela rede fixa.

### 3.2. Obtenção de dados

Na estação tipo são monitorizados os seguintes parâmetros climáticos com os sensores:

- Direcção do Vento: catavento potenciómetro com corpo e veleta W200P – *Vector Instruments*, instalado a 2 m altura, gama de medição de 1° a 360°;
- Intensidade do Vento: anemómetro com corpo e molinete de conchas, com dispositivo optoelectrónico A100L2 – *Vector Instruments*, instalado a 2 m de altura, gama de medição de 0 a 70 m/s;
- Temperatura e Humidade Relativa do Ar: termohigrómetro mod. 1.1005.54.000 *Thies Clima*, com gama de medição de 0 a 100%, tempo de resposta de 10 s e –30 a 70 °C, tempo de resposta 20 s;
- Precipitação: Udómetro com medidor basculante por pulsos mod. 5.4032.30.007 *Thies Clima*, com resolução de 0,1 mm;
- Radiação Solar Global: Piranómetro mod. EP08 *McVan Instruments*, sensibilidade: 5.83  $\mu\text{V/W/m}^2$ ;
- Temperatura do solo (3 profundidades): Resistência Eléctrica Platina PT100 mod. SKTS 300 *Skye Instruments*.

As leituras dos diversos sensores são feitas em intervalos regulares de 10 s e integradas em relatórios horários e posteriormente em relatórios diários. Para além destes relatórios são construídos mais dois relatórios: um de precipitação - que regista o momento em que ocorre o evento e um outro de alarme - que regista as anomalias verificadas.

Os dados são armazenados em “loggers” *Data Taker 500*. A alimentação energética das estações é feita por painel solar e armazenada em baterias de 12 V.

### 3.3. Tratamento de dados

Os dados são recolhidos diariamente à 01H00 de uma forma automática pelo concentrador regional, sediado na sede do COTR em Beja, que contacta sequencialmente todas as estações via GSM durante um período de cerca de 30 minutos.

Os dados recolhidos ficam armazenados sob a forma de dois ficheiros: um com os dados na forma original e outro com os dados já tratados e que poderão ser trabalhados por qualquer utilizador e com qualquer finalidade.

Os dados diários recolhidos são, por um lado, disponibilizados imediatamente no *site* do COTR, e por outro, em simultâneo com os restantes, armazenados e posteriormente tratados, de forma a serem disponibilizados com uma periodicidade semanal.

Os dados validados ficam armazenados sob duas formas de ficheiros: com dados horários, só disponibilizados mediante contrato, e com dados diários disponibilizados gratuitamente.

### 3.4. Disponibilização da Informação

A informação meteorológica tratada e armazenada na base de dados é disponibilizada de duas formas:

- informação meteorológica geral, que pode ser utilizada com qualquer fim;
- informação dirigida, já que um dos objectivos principais do SAGRA, consiste em fornecer uma informação sobre as necessidades hídricas reais das culturas usadas na região. Pelo que, recorrendo aos coeficientes culturais indicados pela FAO (Allen *et al.*, 1998), é determinada a evapotranspiração para as principais culturas usadas na região (milho, tomate, girassol, beterraba, melão e olival, entre outras).

Esta informação poderá ser acedida através de:

- 1) Internet via site do COTR, em [www.cotr.pt](http://www.cotr.pt), necessitando para isso de escolher a opção SAGRA, e a partir desta, ter acesso aos dados meteorológicos, aos consumos médios das culturas referentes à semana anterior, para diferentes datas de sementeira, bem como aos valores mensais desde o início do ano agrícola;
- 2) Poderá ainda, ter acesso, a toda, ou a parte da informação armazenada na base de dados desde o início de funcionamento da rede, caso esteja registado e autorizado pelo SAGRA-net. Para tanto, terá que previamente registar-se, após o que, depois de analisada a pretensão, poderá ou não, de uma forma gratuita, aceder à informação pretendida;
- 3) Jornais regionais, com periodicidade semanal (Anexo 1);
- 4) Associações de Regantes, onde é afixada a informação sob a forma de um relatório semanal constante Anexo 4, que representa o relatório tipo que é emitido para cada uma, e afixado na mesma;
- 5) Associação para a Demonstração e Experimentação da Beterraba (ADEB). Mediante um protocolo estabelecido entre o COTR e a ADEB o Centro fornece semanalmente a esta Associação os valores meteorológicos diários das diferentes EMA's da rede SAGRA, com base nos quais esta Associação envia aos seus associados um serviço de mensagem via telemóvel com informação sobre os consumos hídricos da cultura da beterraba.

### 3.5. Manutenção das EMA

A manutenção da rede de EMA's é assegurada mediante três protocolos de procedimentos, ou seja:

- 1) manutenção primária, assegurada pelas Associações de Regantes, com uma periodicidade semanal, onde as mesmas estão instaladas, as quais executam uma manutenção muito superficial, essencialmente virada para aspectos exteriores ao sistema.
- 2) manutenção técnica, é uma manutenção executada essencialmente pelo técnico do COTR, com uma periodicidade mensal, de carácter mais técnico e cuja actividade se descreve no Manual de Manutenção Técnica
- 3) manutenção preventiva, é uma manutenção definida como sendo a manutenção mais profunda e que é elaborada por um técnico especializado com uma periodicidade anual
- 4) calibração dos sensores, com periodicidade variável, assegurada por empresa especializada e creditada

## 4. SISTEMA DE APOIO À DECISÃO – SAD

### 4.1. Situação Actual

Tendo em vista o objectivo a alcançar a médio prazo, e que consiste na instalação de um **Serviço de Avisos de Rega**, dispõe já actualmente o SAD de uma pequena ferramenta que permite ao regante controlar a sua rega com recurso a um simples balanço entre o que é introduzido no solo sob a forma de rega, devendo levar em conta a precipitação ocorrida (principalmente em culturas de Inverno), e o consumo ocorrido pelas plantas determinado pelas metodologias anteriormente referidas.

De salientar que este balanço não entra em conta com o solo (características físicas). O agricultor, para a gestão da rega, deve ter em conta as características específicas do solo a regar, principalmente a sua capacidade de armazenamento.

Para ter acesso a esta ferramenta basta escolher na página de entrada do site do COTR o respectivo serviço - SAD -, e neste, escolher - **Calendário de rega**.

Após o seu registo e escolha da palavra-chave, uma vez que só o interessado terá acesso ao seu balanço, escolherá a EMA representativa da zona que pretende seguir.

Escolhida a EMA terá que escolher a cultura e a data de sementeira que mais se aproxime da cultura que pretende acompanhar, após o que aparecerá um quadro com os valores semanais de água consumida pela cultura - ETc -, determinados de acordo com a metodologia citada anteriormente, devendo o gestor da rega introduzir a dotação de rega aplicada e/ou a precipitação ocorrida no mesmo período.

A razão de se ter optado pela introdução de valores semanais em vez de diários prendeu-se apenas com o facto de, na certeza de que a maioria dos agricultores não dispunha de acesso à Internet, poderem estes servir-se dos valores fornecidos pelo jornal, que como se disse, são divulgados semanalmente.

Ao ser introduzida a dotação de rega aplicada, o software afecta automaticamente este valor de um coeficiente de 0,8, admitindo uma eficiência de aplicação da ordem dos 80 % o que permite, de forma aproximada transformar a rega em dotação útil de rega (DUR).

Introduzida a dotação de rega aplicada, ou a precipitação ocorrida, o software efectua um pequeno gráfico do tipo do apresentado no Anexo 6.

Este gráfico não pretende ser mais do que um informação tendencial de um balanço muito simples entre os volumes de água extraídos do solo pela cultura e os volumes de água aplicados neste através da rega e/ou da precipitação, e assim, fornecer uma primeira informação aproximada sobre a necessidade ou não da rega.

Este serviço está disponível directamente na página do COTR, recorrendo a ele qualquer interessado de uma forma anónima e individual. Dada a possibilidade de haver dificuldades por parte dos interessados em aceder a este serviço, poderão os mesmos recorrer ao apoio directo do COTR ou das Associações de Regantes.

## 4.2. Situação em fase experimental

Tendo em vista um dos objectivos principais deste serviço e que é o de poder ajudar o regante a gerir de uma forma mais racional a rega, começou a funcionar, embora em fase experimental na campanha de rega de 2003, a utilização de dois dos modelos de gestão de rega:

- Modelo FAO-56 - Anexo 8 (Calendário de Rega) de Allen *et al.*, (1998)
- Modelo de gestão da rega RELREG da autoria de Teixeira (1994).

**Figura 3 – Aspecto dos campos de entrada na página web para a programação de rega – FAO-56**

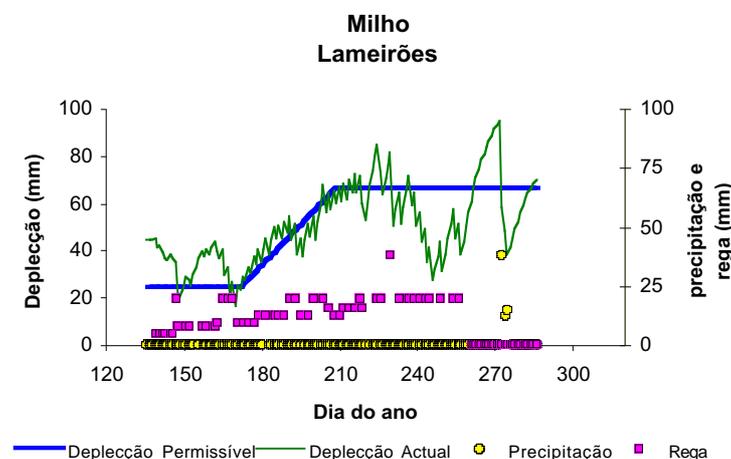
Utilizador - Jorge Almeida  
Cultura - Milho Grão  
EMA - 1002  
Data de Sementeira - 16-05-2003

Kcb Inicial:   
Kcb Intermédio:   
Kcb Final:   
L Inicial:   
L Desenvolvimento:   
L Intermédio:   
L Final:   
Altura máxima:  m  
Prof. radicular mínima:  m  
Prof. radicular máxima:  m  
DGP na fase inicial:  %  
DGP após a fase inicial:  %  
Fracção do solo humedecida:  (0,0 a 1,0)  
Eficiência de Rega:  (0,0 a 1,0)  
Água evaporável:  mm  
Água facilmente evaporável:  mm  
Água utilizável:  mm/m  
Deplecção inicial:  mm  
Fracção do solo humedecida no início:   
Perdas por escoamento superficial:  80-100%)

Estes modelos para apoio à gestão da rega que irão ser disponibilizado brevemente no site do COTR como ferramenta de apoio à decisão, utilizam os dados climáticos disponibilizados pelo SAGRA e exigem como dados de entrada, tal como na generalidade dos outros modelos disponíveis, dados culturais (cultura, data de sementeira, altura máxima da cultura e profundidade radicular) e solos (água disponível e défice de gestão permissível) (Figura 3). De acordo com a Figura 3, os dados de entrada referem-se às caixas e que deverão ser preenchidas sempre que se inicia uma nova cultura.

Esta ferramenta traça um gráfico que permite ir visualizando o comportamento de água no solo ao longo da campanha de rega (Figura 4). Este gráfico indica ao utilizador o ponto actual da água no solo e a sua relação com a capacidade facilmente utilizável, definida de acordo com o a linha do défice de gestão permissível (DGP). De referir que a zona da água facilmente utilizável é a que está compreendida entre esta última e o ponto de depleção zero (capacidade de campo).

*Figura 4 - Evolução do teor de água no solo (gráfico de saída)*



Esta pequena ferramenta, em fase final de preparação, será brevemente disponibilizada no site do COTR como ferramenta de apoio à decisão utilizando os dados climáticos brutos ou já tratados disponibilizados pelo SAGRA.

### 4.3. Desenvolvimento Futuro

Embora já em fase experimental também, e utilizando directamente os dados climáticos disponibilizados pelo SAGRA, está a utilização do modelo de gestão da rega RELREG da autoria de Teixeira (1994).

Com este software pretende-se durante o ano de 2004 disponibilizar o terceiro nível (o mais potente) que permita efectuar a condução da rega com base no balanço hídrico do solo.

A condução da rega em tempo real pode ser feita com a utilização de um modelo simplificado de balanço hídrico, considerando que o solo é um reservatório que recebe água através da rega (Rg), da precipitação (P) ou das ascensão capilar (Ac) e perde água por extracção das raízes (evapotranspiração cultural - ETc), por percolação profunda (Dr) e por escoamento superficial (Es), como se mostra na Figura 5.

De um modo geral, para a condução da rega em tempo real, utiliza-se o intervalo de tempo de um dia e introduz-se o conceito de Precipitação Efectiva (Pe), retirando o escoamento superficial da precipitação. A rega (Rg) é a variável de controlo do sistema e

deve ter um valor calculado de forma a que R se mantenha entre a linha correspondente à capacidade de campo e o limite da reserva facilmente utilizável.

Os restantes parâmetros necessários para a realização do balanço, podem ser sistematizados em dois grupos:

- a) Parâmetros culturais:
  - Fases do ciclo vegetativo
  - Profundidade do sistema radicular
  - Limite da reserva facilmente utilizável - Défice de Gestão Permissível
  - Coeficiente cultural
- b) Parâmetros pedológicos:
  - Capacidade de campo
  - Coeficiente de emurchecimento permanente

O programa RELREG efectua a leitura destes parâmetros em dois ficheiros distintos. Admite a variação no tempo dos parâmetros culturais e em profundidade dos parâmetros pedológicos, segundo o esquema apresentado na Figura 6.

Proporciona-se assim a construção de uma base de dados com as características dos solos e das culturas identificadas pelos nomes dos ficheiros.

Para executar o programa, uma vez construídos aqueles dois ficheiros, é ainda necessário indicar o dia e a dotação da rega que entretanto vão sendo realizadas. Esta informação vai sendo actualizada no decurso da campanha de rega e fica armazenada no ficheiro das regas.

#### **4.4. Calibração destas metodologias às condições reais do Alentejo**

Com este sentido, e tentando ajustar os resultados dos diferentes modelos está em curso desde 2002, e que se prolongará até 2004, um projecto de experimentação AGRO (2001) para calibração das metodologias seguidas, e que consiste em monitorizar em contínuo a rega de diferentes culturas em cinco locais diferentes do Alentejo, que vão desde o litoral ao interior e do sul ao norte do Alentejo, abrangendo diferentes tipos de solo.

Para cada um destes campos está a ser feito um balanço entre as previsões de consumo de água feito com base nos dados do SAGRA e nas metodologias citadas, de acordo com dados gerais e com dados reais, e esta previsão comparada com os dados provenientes da monitorização da água no solo recorrendo a diferentes metodologias (gravimetria, sondas de neutrões e capacitivas - "envirosan" e "diviner").

Para a sustentação destas metodologias teve de recorrer-se, inicialmente, aos dados gerais apresentados nos documentos da FAO, relativamente às culturas, e nos dados gerais disponíveis para solos com características similares. Contudo, e dadas as discrepâncias verificadas na realidade, teve início na época de rega de 2003 uma campanha de acompanhamento de diferentes culturas, nomeadamente - milho, tomate, beterraba de outono-inverno e algodão, em sete explorações agrícolas, onde foram determinados os seguintes parâmetros:

- grau de cobertura do solo desde a sementeira até 100 % de cobertura do solo
- número de dias entre a data de sementeira e cada determinação anterior
- profundidade do sistema radicular correspondente a cada medição
- número de folhas e/ou altura da planta

com estes dados pretende-se determinar para a região do Baixo Alentejo e para as principais culturas, as:

- Fases do ciclo vegetativo
- Profundidades do sistema radicular

- Défices de gestão permissível - DGP
- Coeficientes culturais

de acordo com a metodologia da FAO, e simultaneamente determinar parâmetros de carácter prático, como por exemplo o número de folhas, que permita facilmente determinar a fase do ciclo real da cultura, e assim, determinar o coeficiente cultural.

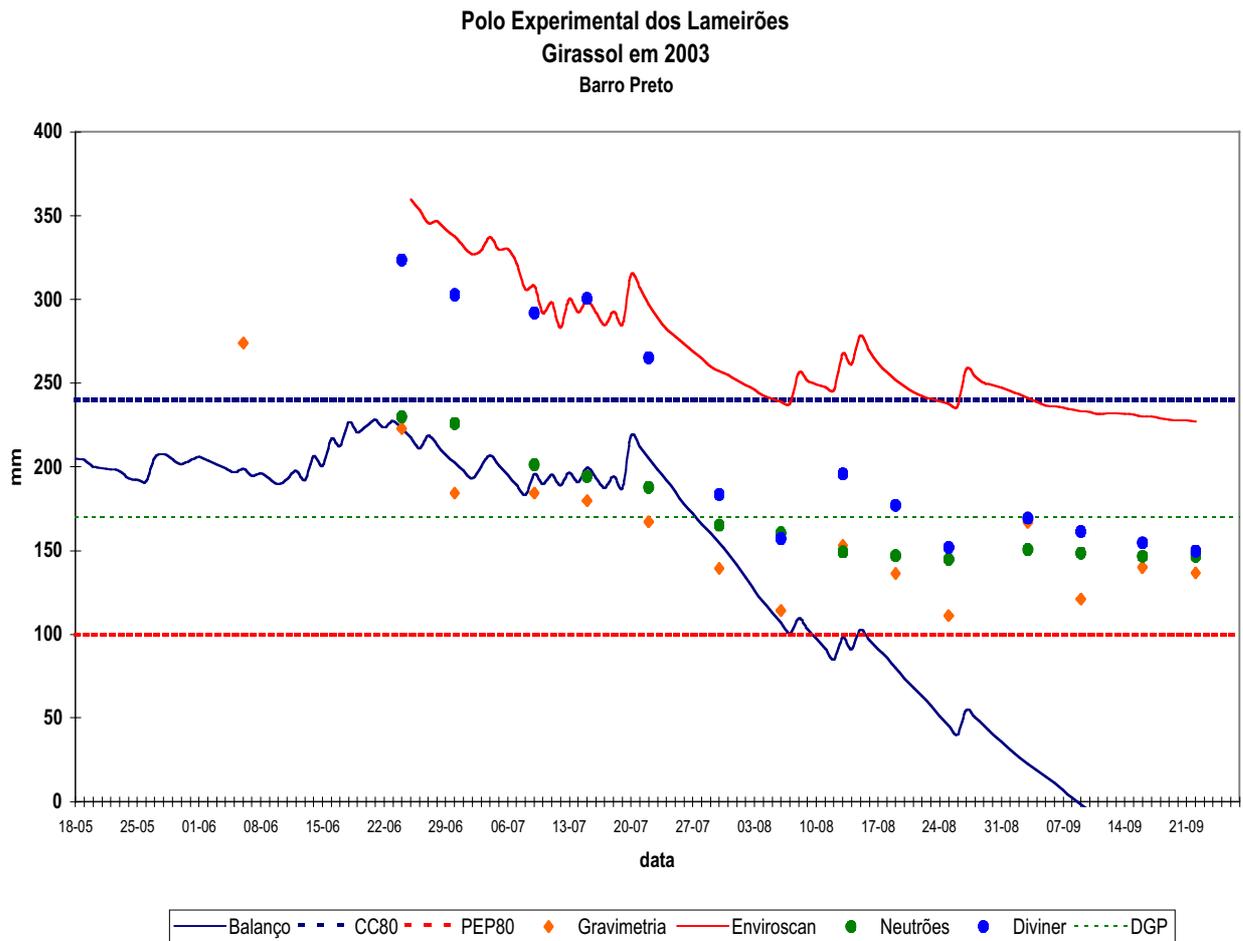
Tendo por base as mesmas sete explorações agrícolas citadas no ponto anterior, bem como outros dados de solos determinados quer pelo COTR, quer por outras entidades, está sendo construída uma base de dados de solos com as seguintes características:

- profundidade explorável do perfil
- capacidade de campo
- ponto de emurchimento permanente
- densidade aparente
- classe textural

Este dados estão a ser obtidos no âmbito do projecto PEDIZA (2002)

Na Figura 5 apresenta-se um exemplo do trabalho em curso na herdade dos Lameirões em Moura, com a cultura do girassol.

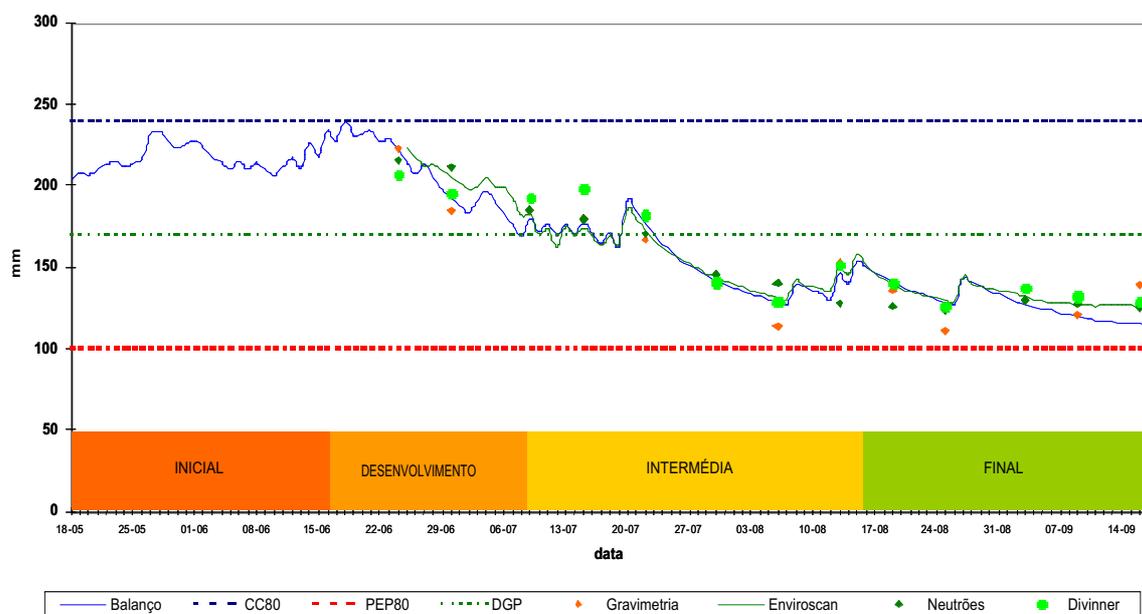
*Figura 5 – Procedimento de monitorização da rega no Girassol*



a)



b)



c)

No Gráfico a) da Figura 5 a linha azul representa o balanço diário entre a evapotranspiração máxima da cultura determinada pelo método de Penman-Monteith - ETc - e a Rega aplicada e/ou Precipitação ocorrida.

As restantes linhas e pontos representam os valores contínuos registados com o "enviroscan" e semanais registados com os restantes equipamentos.

Da análise destes dados ressaltam os seguintes pontos:

- 1) um ajuste bastante bom entre as previsões e a realidade até ao dia 2 de Agosto
- 2) a partir desta data a previsão dos consumos afasta-se da realidade. Este afastamento prendeu-se com o facto da rega ter sido interrompida pelo facto da cultura estar na fase de floração e não ter sido aconselhada a rega nesta data. Por esta razão, a previsão não

é realista, já que ela é baseada na pressuposição de que a cultura está a ser perfeitamente abastecida.

- 3) nestas circunstâncias e analisando a aplicação do modelo FAO-56 esta situação foi perfeitamente simulada, tal como se mostra na Figura 8, já que, pelo facto do teor de humidade ter descido abaixo do Défice de Gestão Permissível - DGP - os coeficientes culturais foram corrigidos, e como tal a - ETc - deixou de ser máxima.
- 4) Efectuando a correcção dos valores de - ETc - no gráfico da Figura 7, verificou-se que a curva de previsão de consumo se ajustou perfeitamente à curva do balanço de água no solo (Gráfico c) da Fig. 7).
- 5) Observando agora os registos de água no solo dada pelo "enviroscan" com calibração de fábrica - linha vermelha - facilmente se verifica que os registos estão longe da realidade.
- 6) Efectuada a calibração do equipamento no final da campanha, tendo por base as gravimetrias efectuadas correspondentes às mesmas datas, também facilmente se verifica que os registos deste e dos outros equipamentos depois de calibrados se ajustam (Gráfico c) da Fig. 5).
- 7) O gráfico c) da Figura 7 permite ainda definir de forma aproximada o valor do défice de gestão permissível - DGP -, já que, comparando as taxas máximas de consumo de água teórica (curva do balanço teórico), com a real, medida (curva dos teores de humidade do solo), facilmente se determina que, sempre que o declive desta curva for inferior ao da curva teórica, o consumo real da cultura é inferior ao máximo, e como tal, a cultura entrou em défice.
- 8) Nestas condições trabalhando com as duas metodologias será possível, por aproximações sucessivas, determinar, por um lado o valor do DGP tal que se anule esta inversão, e por outro lado, nos casos em que o regante não teve esta situação em conta, ajustar a curva de consumo à curva real, e assim, ajustar os coeficientes culturais.

#### **4.5. Criação de um Serviço de Avisos de Rega (SAR)**

A aplicação e generalização desta metodologia para a criação de um Serviço de Avisos de Rega (SAR) poderá ser realizada de acordo com o esquema apresentado no Anexo 2.

Duas configurações extremas podem ser analisadas:

- a) Na mínima intervenção, o modelo estará instalado no sistema do utilizador. Este receberá os ficheiros de dados do solo e da cultura (eventualmente a instalar pelo SAR) e a informação meteorológica que deverá ser actualizada diariamente. Depois da introdução dos dados da rega o utilizador receberá do modelo o Conselho de Rega. O controlo da humidade do solo deverá ser feito pelo Serviço, que enviará o resultado para o utilizador, a fim de que este proceda às necessárias correcções no balanço.
- b) Na máxima intervenção do SAR, o modelo de balanço hídrico estará instalado no sistema central e apenas este Serviço dialogará com ele. Os dados meteorológicos serão actualizados automaticamente e os dados da rega são enviados pelo agricultor para o Serviço. Este reencaminha-os para o modelo, recebendo deste o Conselho de Rega que enviará para o utilizador. As medições do teor de humidade do solo para eventuais correcções do balanço hídrico são feitas pelo SAR.

Para concretizar esta opção está em fase inicial de desenvolvimento o projecto INTERREG-III A (2003), o qual, entre outros objectivos vai permitir, com base no inventário dos regadios individuais existentes no Alentejo - Distritos de Beja, Évora e

Setúbal (Alentejo), criar uma ferramenta de apoio à decisão baseada num sistema de informação geográfico, que incorporará:

- Cartografia disponível, baseada nos Ortofotomapas do Alentejo
- Cadastro das parcelas regadas, baseadas nos P3 do INGA
- A rede SAGRA
- A carta de solos disponível
- Um ficheiro de dados de solo
- Um ficheiro de culturas
- A ferramenta da cálculo da dotação de rega – RELREG

Através do qual será possível, para cada parcela regada, escolher automaticamente a estação meteorológica adequada, identificar o solo abrangido pelo regadio e escolher as características do mesmo, e, introduzindo a cultura interessada e a data de sementeira, no início da campanha de rega, e as regas efectuadas durante a mesma, determinar:

- para cada data, o estado de humidade do solo
- a data da próxima rega

A cada parcela regada e respectiva base de dados só poderá ter acesso o seu gestor.

A primeira fase deste desenvolvimento espera-se que esteja terminada no final de 2004.

O desenvolvimento do SAR deverá ser feito por pequenos passos, dado que existem ainda vários problemas na sua implementação, que passam pela necessidade de melhorar o conhecimento dos parâmetros dos solos e das culturas e, sobretudo, garantir que o sistema de comunicações com o utilizador seja rápido e de fácil compreensão.

É também indispensável afinar as técnicas para a avaliação das dotações de rega correctas. Os erros introduzidos no balanço hídrico por dotações de rega incorrectamente medidas podem comprometer em absoluto o sucesso da metodologia apresentada.

Para aperfeiçoar este dado, está já a funcionar dentro do Serviço de Apoio à Gestão e Uniformidade da Água de Rega – SAGUAR –, o **Serviço de Assistência Técnica ao Regante – SATER** – cujo objectivo, entre outros é o de avaliar o desempenho dos sistemas de rega e das estações de bombagem a eles associados, de forma a ajudar a corrigir as anomalias detectadas, e assim assegurar uma gestão correcta da rega com o auxílio das ferramentas disponibilizadas.

## 5. CONCLUSÕES

No seguimento do trabalho que vem sendo desenvolvido pode concluir-se que o SAGRA pode vir a representar uma mais valia para a gestão da rega no Alentejo, já que a disponibilização de informação meteorológica e de consumos de água diária e gratuita possibilita o uso das diversas ferramentas de apoio já disponibilizadas ou em fase de disponibilização.

O trabalho de calibração das diversas metodologias de previsão de consumos de água pelas plantas aponta para um bom ajustamento entre estas previsões e a realidade, o que permite estimular o trabalho a realizar pelo SAGRA e pelo SAR.

Estas metodologias, desde que usadas criteriosamente, podem simular as condições reais de gestão da rega pelo regante, seja em condições de conforto seja em condições de défice.

Este trabalho de calibração permite ainda apontar para o bom ajustamento dos diversos equipamentos de monitorização da água do solo usados na gestão da rega, desde que calibrados para as condições locais.

## **AGRADECIMIENTOS**

Participaram, para além de uma vasta equipa de campo e de laboratório, na recolha e tratamento de informação Eng.º Luís Boteta, Eng.ª Rita Sobral, Eng.ª Cristina Guerreiro, Eng.ª Marta Santos e Eng. Hilário Catronga.

## **REFERENCIAS**

Allen, R. G.; Raes, D.; Smith, M. & Pereira, L. S. (1998). - *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Roma.

Carvalho Cardoso, J. (1965) - *Os Solos de Portugal – Sua Classificação, Caracterização e Génese - 1. A Sul do Rio Tejo*. DGSA – SEA. Lisboa.

Clarke, D.; Smith, M. & El-Askari, K. (1998) - *CropWat for Windows – User Guide*. Versão 4.2. FAO – Roma.

Teixeira, J. L. (1994) – *Programa ISAREG – Guia do Utilizador*. Dep. Engenharia Rural – ISA – UTL. Lisboa.

AGRO (2001) – *Implementação de um Sistema de Avisos de Rega nos Perímetros de Rega do Alentejo* – Medida 8 - Desenvolvimento Tecnológico e Demonstração. Acção 8.1 - Desenvolvimento Experimental e Demonstração (DE&D).1º Concurso Público - 2001. Projecto nº 5

PEDIZA (2002)– *Contribuição para a criação duma base de dados de culturas e solos para apoio ao Sistema de Avisos de Rega a instalar no Perímetro de Rega do Alqueva*. PORA-Eixo IV- PEDIZA II. Medida 4, Acção 2

INTERREG III-A (2003) - *Optimización Agronómica y Medioambiental del Uso del Agua de Riego*. SUBPROGRAMA: 5 Alentejo-Algarve-Andalucia. Eixo: 1 Dotação de infra-estruturas, ordenamento e desenvolvimento rural do espaço transfronteiriço MEDIDA : 1.3 Desenvolvimento Rural e Transfronteiriço

## Anexo 1 - Exemplo da informação semanal veiculada pelos jornais regionais

### Boletim Agrometeorológico do Alentejo

Semana 03/032003 a 09/03/2003

Estação	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	P (mm)	P <sub>acum</sub> (mm)	ETo (mm)	ETo <sub>acum</sub> (mm)	Tmin <sub>relva</sub> (°C)
Aljustrel	12,8	25,1	3,9	0,0	376	16,3	239	8,1
Alvalade do Sado	13,2	25,9	4,9	0,0	418	17,5	247	7,6
Beja	12,6	25,7	4,2	0,1	382	17,8	247	5,1
Elvas	11,9	24,2	3,8	0,0	346	16,3	236	0,5
Évora	11,8	24,5	2,1	0,0	513	14,7	214	2,4
Ferreira do Alentejo	13,0	25,6	3,4	0,0	412	16,2	230	7,7
Moura	12,0	25,6	1,5	0,1	329	15,4	222	3,0
Odemira	12,4	22,7	5,5	0,8	397	15,9	245	6,2
Redondo	12,3	23,6	4,0	0,0	409	15,5	233	3,1

Tmed - Temperatura Média do Ar no Período  
Tmax - Temperatura Máxima do Ar no Período  
Tmin - Temperatura Mínima do Ar no Período  
P - Precipitação Acumulada no Período

P<sub>acum</sub> - Precipitação Acumulada desde 01 Outubro  
ETo - Evapotranspiração da Relva durante o Período  
ETo<sub>acum</sub> - ETo acumulada desde 01 Outubro  
Tmin<sub>relva</sub> - Temperatura Mínima na Relva no Período

### Boletim de Evapotranspiração Cultural

Semana 27/05/2002 a 02/06/2002

Estação	Beterraba Outono		Beterraba Primavera		Tomate		Milho		Girassol		Melão	
	ETC (mm)	ETC <sub>acum</sub> (mm)	ETC (mm)	ETC <sub>acum</sub> (mm)	ETC (mm)	ETC <sub>acum</sub> (mm)	ETC (mm)	ETC <sub>acum</sub> (mm)	ETC (mm)	ETC <sub>acum</sub> (mm)	ETC (mm)	ETC <sub>acum</sub> (mm)
Aljustrel	50,5	539,0	50,5	330,7	17,2	35,1	35,4	120,3	43,8	214,2	38,8	165,2
Alvalade do Sado	49,8	533,8	49,8	327,1	17,2	34,9	35,0	119,6	43,1	213,3	38,3	164,8
Beja	54,3	582,7	54,3	349,9	0,0	0,0	37,8	126,1	47,2	224,8	41,3	173,3
Elvas	50,3	530,0	50,3	336,8	17,3	35,4	35,1	122,0	43,6	220,0	0,0	0,0
Évora	0,0	0,0	48,6	313,2	0,0	0,0	34,7	117,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferreira do Alentejo	43,4	485,1	43,4	304,6	16,9	34,2	31,6	112,4	37,8	192,8	34,0	151,7
Moura	43,7	476,4	0,0	0,0	0,0	0,0	31,6	115,8	38,0	198,4	34,2	156,6
Redondo	50,7	530,5	50,7	324,5	0,0	0,0	35,8	121,9	0,0	0,0	39,3	168,1

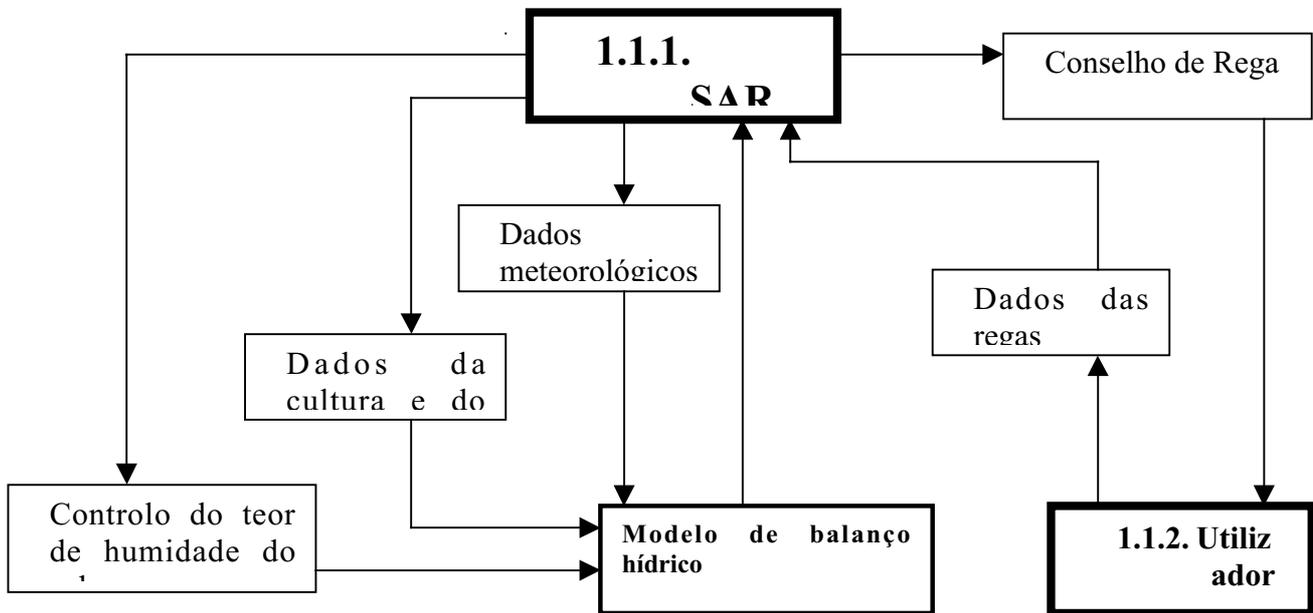
ETC - Evapotranspiração acumulada na semana ETC<sub>acum</sub> - Evapotranspiração acumulada desde a data de Sementeira

Datas de Sementeira utilizadas: Beterraba Outono - 20-Nov.-2001; Beterraba Primavera - 1-Mar.-2002;

Tomate - 20-Mai.-2002; Milho - 20-Abr.-2002; Girassol - 1-Abr.-2002; Melão - 10-Abr.-2002

**Anexo 2 - Esquemas de relacionamento do Serviço Central de Informação com o utilizador**

**a) Máxima intervenção do Serviço de Avisos de Rega**



**b) Mínima intervenção do Serviço de Avisos de Rega**

