

Lógica de controlo da irrigação

Este artigo introduz, de forma breve, a utilização de algumas abordagens para monitorizar, controlar e otimizar a rega. Há opções mais simples e mais complexas. Dependendo da casuística de cada parcela irrigada, uma ou outra opção será mais conveniente.

Jaume Casadesús e Jesús Domínguez-Niño,
Programa de Utilização Eficiente da Água na Agricultura (IRTA)

BALANÇO HÍDRICO

A abordagem mais recomendada e generalizada para determinar a irrigação para as culturas é o método, proposto pela FAO, baseado no balanço hídrico, que consiste em fornecer a irrigação necessária para compensar o equilíbrio entre as entradas e saídas de água no solo.

As principais entradas são, normalmente, a precipitação e a irrigação, sendo a principal saída a evapotranspiração das culturas (ETc). Para efeitos práticos, a ETc pode ser estimada a partir de uma evapotranspiração de referência (ETo) calculada a partir de dados meteorológicos e de um coeficiente de cultura, Kc, que a converte para a cultura em questão.

$$ETc = ETo * Kc$$

O cálculo do volume de irrigação necessário tem em conta a precipitação efetiva, Pef, que é a parte da precipitação que efetivamente se infiltra no solo e é utilizável pela cultura. Outro parâmetro relevante é a eficiência do sistema de irrigação, efR, que tem em conta as perdas e a não uniformidade da distribuição.

$$\text{irrigação} = (ETc - Pef) \text{ efR}$$

Ocasionalmente, existem outras entradas e saídas que podem ser relevantes,



mas que são geralmente muito mais difíceis de quantificar, como a drenagem profunda, a ascensão capilar ou o escoamento superficial do solo. Estas são geralmente ignoradas ou incorporadas indiretamente nos conceitos de eficiência.

A grande vantagem do balanço hídrico é que determina objetivamente o volume de irrigação necessária, sendo a base tanto para planear o volume de água que pode ser necessário ao longo de um ciclo de cultura, bem como para efetuar prescrições de irrigação em qualquer momento. É o

método ideal nos casos em que os componentes do balanço hídrico são suficientemente previsíveis.

No entanto, nem sempre é assim tão simples. Por vezes, existem incertezas aquando da quantificação das entradas e saídas. Muitas vezes, aquilo que complica a aplicação é o conhecimento exato da Kc. Embora a Kc seja suficientemente previsível em culturas com cobertura homogênea, é muito mais imprecisa em culturas em que a planta não cobre todo o compasso de plantação e com uma disposição tridimensional que nem sempre é a

mesma, como é o caso de plantações com diferentes sistemas de formação. Além disso, outros aspetos como a carga de frutos das árvores e o respetivo histórico também afetam a ETC de uma forma que é frequentemente difícil de quantificar.

Por sua vez, a estimativa da quantidade de água disponível para o solo a partir da precipitação anterior raramente pode ser resumida numa fórmula simples. Consequentemente, o balanço hídrico apresenta por vezes limitações que podem exigir a sua combinação com outras abordagens.

CONTROLO DIRETO COM SENSORES

A utilização de sensores pode permitir a modulação da rega, sem necessidade de efetuar quaisquer suposições sobre o balanço hídrico do solo. A vantagem

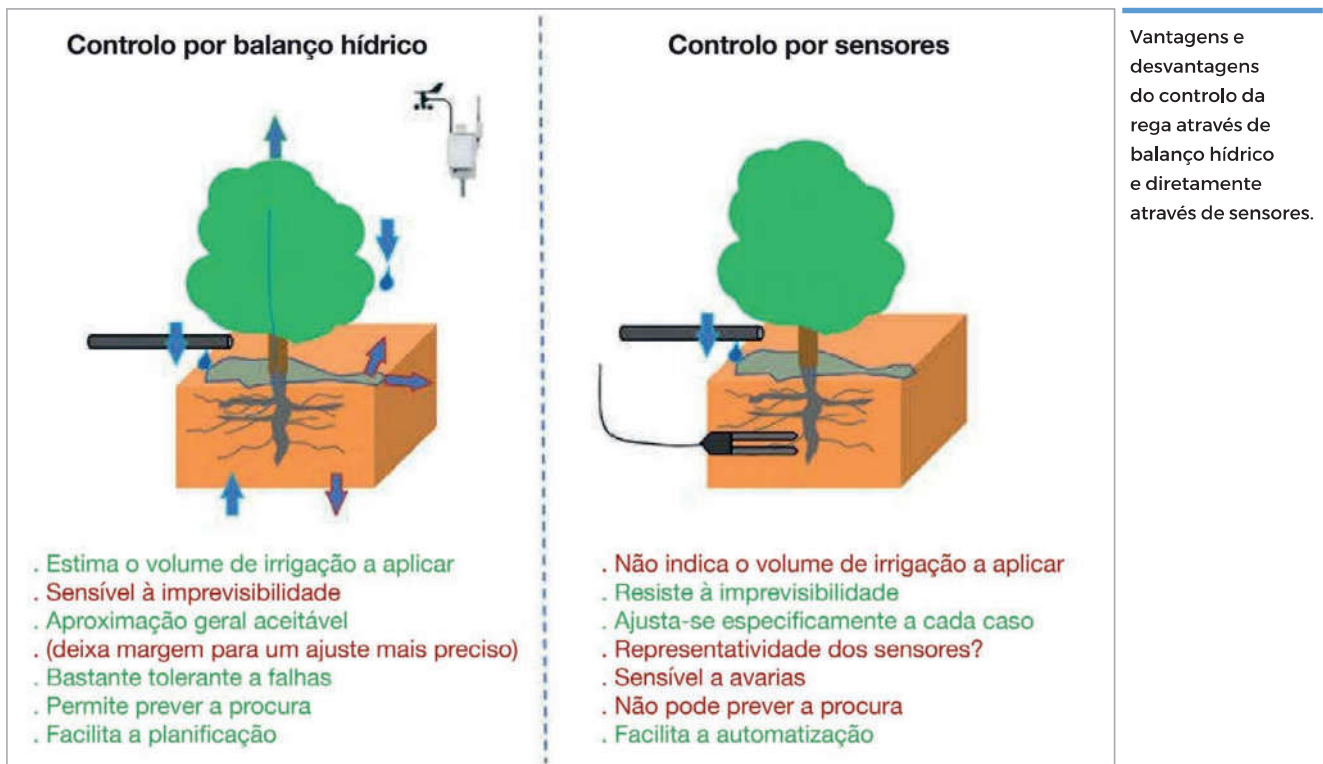
é que podemos fazer com que a irrigação se adapte espontaneamente à procura e que dê resposta a fatores complexos que nem sequer conseguimos prever. Isto permite criar sistemas bastante simples mas eficazes, principalmente, para aplicação em pequenas instalações de rega, como estufas, viveiros e jardinagem. Deve ter-se em conta que, em grandes instalações de rega, normalmente não é possível iniciar/interromper a rega a qualquer momento, pois isso causaria uma avaria no sistema hidráulico. Esta gestão do sistema hidráulico deve ser efetuada através de um programador de rega, que coordenará a programação dos vários setores de rega de forma a não entrarem em conflito entre si. Por conseguinte, os sensores não devem sobrepor-se ao modo automático, devendo ser utilizados como restrições nos seus programas.

Algumas desvantagens do controlo direto da rega utilizando sensores incluem o facto de que, em geral, os sensores não comunicam a quantidade de água a fornecer, indicando apenas se há ou não falta de água. Além disso, apenas respondem ao que está a acontecer no momento e não fornecem qualquer previsão das necessidades futuras de irrigação.

BALANÇO HÍDRICO AJUSTADO ATRAVÉS DE SENSOR

O controlo da rega através de balanço hídrico e o controlo através de sensores apresentam vantagens e desvantagens complementares. A sua combinação oferece a possibilidade de acrescentar a fiabilidade e a capacidade de previsão do balanço hídrico e, por outro lado, a adaptação espontânea e precisa às condições locais proporcionada pelos sensores.





Vantagens e desvantagens do controlo da rega através de balanço hídrico e diretamente através de sensores.

O balanço hídrico ajustado através de sensores é ideal para a rega de precisão. A informação mais imediata para reajustar as suas doses é a fornecida pelos sensores de humidade do solo que, neste momento, são os únicos que permitem detetar excessos de irrigação e desequilíbrios no balanço antes de que as plantas sejam

afetadas. No caso da irrigação localizada, a instalação e interpretação dos sensores no solo é mais complicada, porque a água é distribuída de forma extremamente heterogénea. No entanto, este facto não deve ser um impedimento à sua utilização se os pontos de instalação dos sensores forem bem escolhidos em termos de

posição em relação aos gotejadores e à profundidade no solo. Ao analisar os dados, é importante prestar atenção às tendências entre dias consecutivos e não aos valores absolutos registados num determinado momento.

Quando é detetada uma limitação com as medições de humidade do

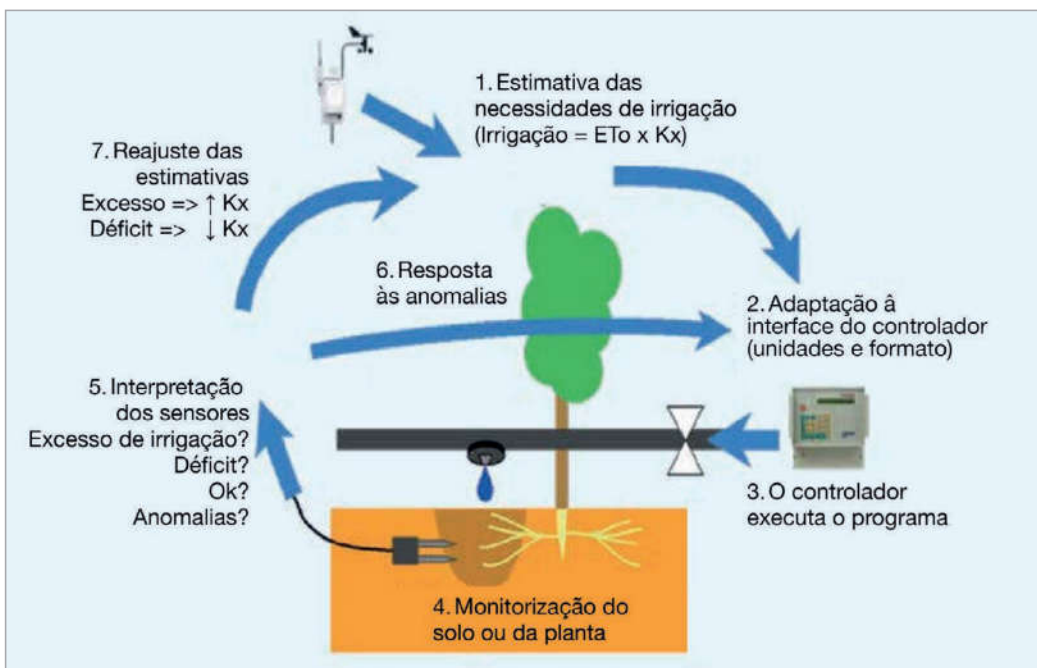


Diagrama do algoritmo de controlo da rega através de balanço hídrico ajustado com sensores (IRTA).

solo, a cultura está em condições de stress hídrico. Quando um solo seca, isto não acontece uniformemente e as diferenças de profundidade e de posição no mesmo compasso de plantação tornam-se muito acentuadas. Isto faz com que seja difícil saber qual a quantidade de água disponível no solo, pelo que, em condições de stress hídrico, é preferível complementar esta informação com medições das plantas. Ao medir o estado hídrico das plantas, saberemos se têm a água de que necessitam, independentemente do modo como a obtêm.

Existem diferentes tipos de sensores para o fazer, por exemplo, sensores de temperatura da folha, sensores de turgidez da folha, psicrómetros que medem o estado hídrico do tronco, dendrómetros que medem as contrações, etc. Em geral, o facto de os

sensores nas plantas não serem utilizados com mais frequência pode dever-se ao facto de, no terreno, estarem bastante expostos ao vento, trabalhos agrícolas, animais, reacção das próprias plantas, etc. Para além disso, exigem frequentemente uma manutenção regular para funcionarem de forma fiável.

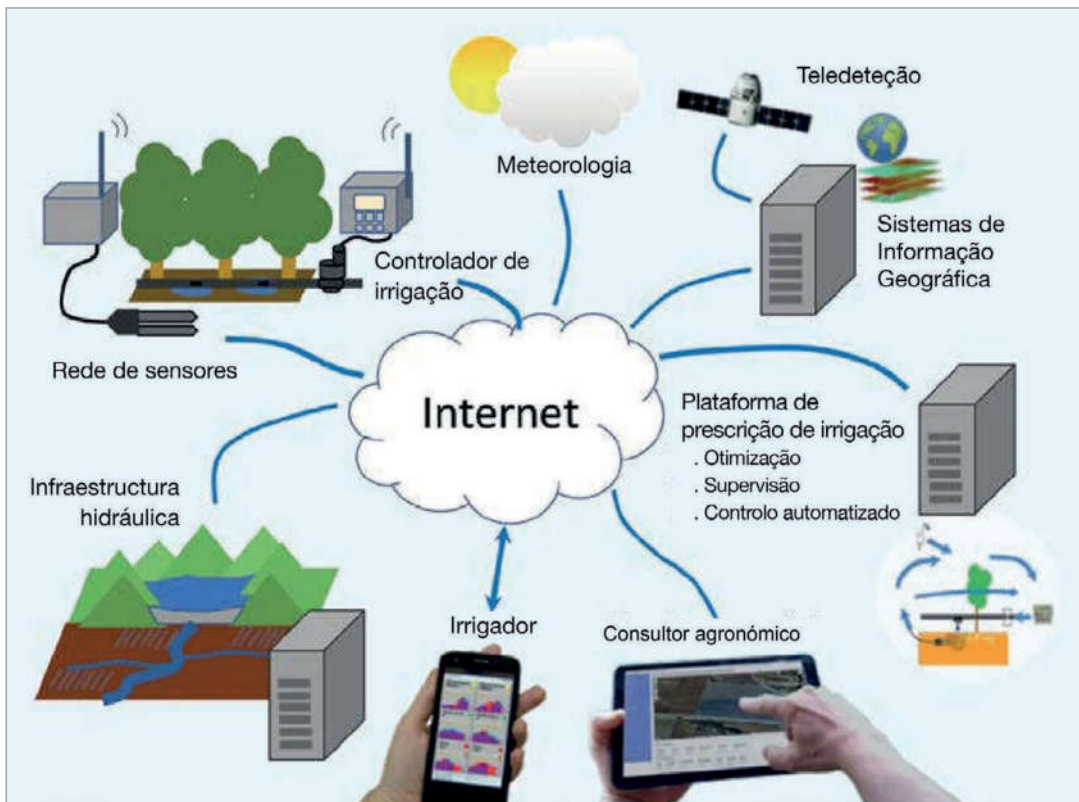
A teledeteção oferece métodos promissores para monitorizar o estado hídrico, em particular, o Crop Water Stress Index, CWSI, que pode ser utilizado para gerir a irrigação. Assim, em condições de stress, os indicadores do estado hídrico (que podem ser provenientes de sensores nas plantas ou de teledeteção) podem ser utilizados como fonte de retroalimentação do balanço, à semelhança do que acontece com os sensores de solo em condições sem stress.

Por outro lado, a estimativa da ETc também pode ser mais exata medindo o seu vigor vegetativo ao longo do ciclo da cultura. A teledeteção de satélite é uma tecnologia muito promissora para a monitorização, praticamente em tempo real, do vigor da vegetação e mesmo da PETc.

Note-se, no entanto, que é demasiado simplista assumir que a rega de precisão deve ser sempre proporcional ao vigor ou à ETc. Por vezes, estes parâmetros já estão condicionados pela disponibilidade de água, no sentido em que as zonas com a ETo mais baixa podem corresponder às zonas mais limitadas em termos hídricos (por exemplo, devido às propriedades do solo), pelo que a irrigação proporcional na ETc acentuaria ainda mais as diferenças. A complementação do vigor e da ETc com medidas



A mais ampla Gama de Fitas de Rega



Integração de sistemas para controlo inteligente da rega através de uma plataforma de prescrição online.

do estado hídrico e, sobretudo, com simulações de culturas, permite discriminar melhor estes casos.

OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO

Até agora, assumimos que a irrigação ideal é aquela que a cultura

exige. Mas nem sempre é esse o caso. Muitas vezes, não dispomos de água suficiente ou não é conveniente utilizá-la como as plantas exigem, pelo que será necessário recorrer a outras estratégias. Por exemplo, no caso das dotações para irrigação de apoio, se

deixássemos a cultura exigir a água, esgotá-la-íamos muito antes do final da campanha. Este pode ser também o caso em situações em que a água é dispendiosa ou escassa, bem como em tempos de seca. Além disso, em casos como os das vinhas e de algumas árvores de fruto, a irrigação exigida pela planta seria prejudicial para a qualidade da colheita. Neste contexto, existem estratégias para atingir os objetivos de produção, com base na atribuição da água disponível e nos níveis de stress em fases específicas do ciclo da cultura.

As simulações de culturas podem ajudar a planear e otimizar as campanhas de irrigação. Tradicionalmente, as simulações têm sido limitadas pela disponibilidade de dados para configurar modelos para utilização em domínios muito específicos. Atualmente, o conjunto de dados que orienta a rega de precisão, desde os sensores no terreno até às imagens de teledeteção, pode contribuir muito para facilitar a utilização e a precisão destes modelos. ■

