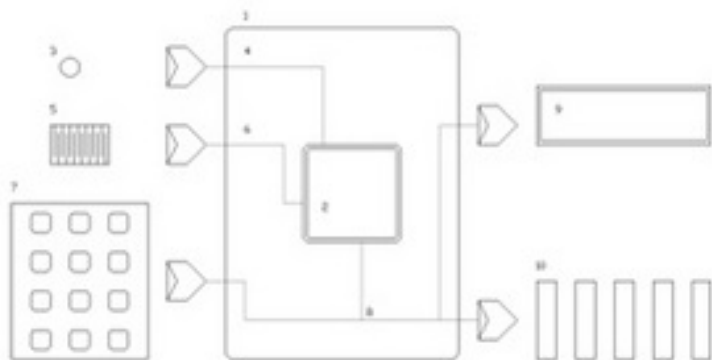


Nº	CÓDIGO	DATA E HORA DE RECEPÇÃO	MODALIDADE	PROCESSO RELACIONADO
20101000090472	0199	2010/11/29-12:12:20	PAT	

PEDIDO DE PATENTE, MODELO DE UTILIDADE OU
DE TOPOGRAFIA DE PRODUTOS SEMICONDUTORES

1	REQUERENTE
<p>Código 952117 Nacionalidade PORTUGUESA</p> <p>Nome UNIVERSIDADE DE ÉVORA</p> <p>Endereço LARGO DOS COLEGAIS, Nº 2</p> <p>Localidade ÉVORA Código Postal 7000-803</p> <p>Telefone 266740872 Telemóvel Fax 266740804</p> <p>E-mail DPI@UEVORA.PT</p> <p>Actividade (CAE)</p> <p>NIF</p>	
2	MODALIDADE / TIPO DE PEDIDO
<p>Modalidade: PATENTE DE INVENÇÃO NACIONAL</p> <p>Antecipação ou adiamento de publicação: ANTECIPAÇÃO</p> <p>Nº de reivindicações apresentadas: 7</p>	
3	EPÍGRAFE OU TÍTULO
<p>SISTEMA AUTOMÁTICO DE GESTÃO DE REGA ADAPTATIVO E AUTÓNOMO</p>	
4	RESUMO
<p>A ESCASSEZ DO RECURSO ÁGUA EXIGE A GESTÃO RACIONAL DA REGA, QUER EM ESPAÇOS VERDES, QUER NA AGRICULTURA. POR ESSE FACTO TÊM SIDO DESENVOLVIDOS CONTROLADORES DE REGA €INTELIGENTES€ QUE AJUSTAM A DOTAÇÃO DA REGA À EVAPOTRANSPIRAÇÃO CALCULADA ATRAVÉS DE UM OU MAIS PARÂMETROS CLIMÁTICOS.A PRESENTE INVENÇÃO CONSISTE NUM SISTEMA QUE CALCULA DIARIAMENTE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO COM BASE NA EQUAÇÃO DE HARGREAVES ADAPTANDO AUTOMATICAMENTE A DOTAÇÃO A APLICAR À CULTURA EXISTENTE, AO SEU ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO, FASE DE CRESCIMENTO E PERCENTAGEM DE COBERTURA DO SOLO. ADICIONALMENTE, O SISTEMA PODE GERIR AS REGAS DE FORMA A MAXIMIZAR A PRODUÇÃO, PODENDO TAMBÉM ALTERAR OS INTERVALOS ENTRE AS REGAS DE FORMA A MINIMIZAR AS PERDAS POR ESCORRIMENTO E EVAPORAÇÃO. NA PRESENTE INVENÇÃO TODOS OS PARÂMETROS SÃO CALCULADOS DE FORMA AUTÓNOMA, ASSIM COMO A PRÓPRIA REGA TAMBÉM NÃO EXIGE NENHUMA INTERVENÇÃO.</p>	
5	FIGURAS



6 INVENTORES

Código 442712

Nacionalidade PORTUGUESA

Nome SHAKIB SHAHIDIAN

Endereço R JAIME CORTESÃO 7 3 C

Localidade ÉVORA

Código Postal 7000-907

7 REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

8 DOCUMENTOS ANEXOS

DESCRIÇÃO
REIVINDICAÇÕES
RESUMO
DESENHOS
DESENHOS
FOTOCÓPIA DE BI
OUTROS

9 OBSERVAÇÕES

O Requerente e o INPI acordam em submeter a Tribunal Arbitral eventuais litígios emergentes do presente acto, nos termos e condições especificados em Anexo. Esta cláusula vincula as partes que a subscrevem, apenas podendo ser revogada, por comum acordo, até à pronúncia da decisão arbitral.

Autorizo que os meus dados sejam facultados ao ARBITRARE Centro de Arbitragem para a Propriedade Industrial, Nomes de Domínio, Firmas e Denominações, a fim de que este centro me possa esclarecer e informar sobre os respectivos serviços de mediação e arbitragem.

10 TAXAS

Taxa	Importância
PEDIDO DE PATENTE NAC.	0,00 €
ANTECIPAÇÃO DE PUBL.-PAT. NAC.	0,00 €
Total:	0,00 €

11 PAGAMENTO

Tipo de Pagamento Não aplicável. Requerimento isento.

12 ASSINATURA DO REQUERENTE OU MANDATÁRIO/REPRESENTANTE LEGAL

Assinatura/Nome Carlos Alberto dos Santos Braumann

Nº B.I. 01300446

Data 2010/11/29

Descrição

Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo

Domínio Técnico da invenção

A presente invenção está enquadrada na área técnica dos controladores de rega. Em concreto, trata-se de um controlador de rega adaptativo baseado num microprocessador que optimiza a dotação diária da rega com base na Evapotranspiração e parâmetros culturais.

Estado da Técnica

A escassez do recurso natural água tem despertado uma crescente preocupação nomeadamente com o seu uso racional, principalmente na área da rega, quer por exemplo de jardins e espaços verdes, quer na agricultura. Nos últimos anos tem-se assistido ao desenvolvimento de controladores de rega ditos inteligentes ou adaptativos que ajustam a dotação da rega às necessidades reais das plantas.

Existem três filosofias distintas para a criação de controladores inteligentes: a) os baseados no teor de água no solo (US5148985, US3961753, US5445176), b) os baseados no stress hídrico das plantas (US4858377) e c) os baseados no cálculo da Evapotranspiração. Na última década e com a banalização de computadores e programadores, a última filosofia tem ganho terreno, visto ser considerada a mais fácil de aplicar e também a mais fiável.

Assim, tem-se assistido ao desenvolvimento de diversos controladores de rega com cálculo da Evapotranspiração. Dentro desta filosofia, existem basicamente duas abordagens: a centralizada, que consiste no cálculo centralizado e diário da Evapotranspiração e a sua posterior transmissão aos controladores locais (US20040039489, US20050216130, US7412303), e a abordagem descentralizada que consiste no cálculo local da evapotranspiração pelo próprio controlador.

Existem também controladores que utilizam um conjunto de informação local, centralizada e histórica para a determinação da Evapotranspiração (WO03081362, US2006155489, US2004225412, US2003109964).

No caso da abordagem descentralizada e dado o custo dos sensores, os sistemas procuram medir um número reduzido de parâmetros climáticos. Os sistemas existentes utilizam a

equação de Hargreaves-Samani (US6314340, US20020010516) ou outras equações mais completas (US7266428, US7412303,) para calcular a Evapotranspiração com base na medição regular da temperatura do ar, ou velocidade do vento, e coeficientes dependentes da latitude do local, época do ano e a cultura presente (US7058478, US2007293990, US20050211794).

A equação de Hargreaves-Samani pode ser expressa da seguinte forma:

$$ET_{HS} = \alpha(T + 17,78)(T_{\max} - T_{\min})^{0,5} R_a$$

Onde, T_{\max} é a temperatura máxima diária, °C, T_{\min} é a temperatura mínima diária, °C, R_a é a radiação extraterrestre ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), e α é um constante de calibração que varia entre 0,0018 e 0,0028, conforme o local, normalmente utilizando o valor de 0,0023.

A invenção proposta está de acordo com a abordagem descentralizada, em que, com base na época do ano, localização, temperaturas do ar e a cultura, o sistema consegue determinar a Evapotranspiração diária utilizando a equação de Hargreaves-Samani. Um dos principais passos inventivos desta invenção é a capacidade que o sistema possui para, de forma autónoma, otimizar o uso da água através da adaptação da dotação à cultura, à sua fase de crescimento e cobertura do solo. Adicionalmente, o sistema pode ser programado para cumprir objectivos específicos, nomeadamente, maximização de produção, poupança de água, lavagem dos saís e combate a geadas.

Descrição pormenorizada da invenção

Existe uma grande variabilidade diária nas necessidades hídricas das plantas, não só devido à variação sazonal das temperaturas, mas também devido à variação ao longo do seu ciclo de crescimento e à área de solo coberta pelas plantas em cada fase do seu ciclo. Isto é particularmente importante para culturas anuais (como por exemplo o milho, alface, etc.) mas também para culturas perenes de folha caduca que apresentam ciclos anuais de crescimento (como por exemplo a vinha, que atravessa diversos estágios de crescimento ao longo do mesmo ano).

O sistema de gestão de rega proposto consiste num equipamento associado a um programa que em conjunto

permitem a concretização das regas de acordo com as funcionalidades desejadas.

Um dos principais passos inventivos da presente tecnologia consiste na inclusão no sistema, mais concretamente no programa de controlo do equipamento, de algoritmos de cálculo, tabelas e a possibilidade de calibração local necessárias para que, com base na cultura e no seu estágio fisiológico, possa determinar um coeficiente (designado normalmente por coeficiente cultural, K_c e que varia normalmente entre 0 e 100%) que, uma vez aplicado ao valor da Evapotranspiração, estabelece a dotação que deve ser aplicada por forma a satisfazer as necessidades da cultura existente no local, maximizando a eficiência do uso da água. O valor de K_c é composto pelo somatório das perdas pela transpiração das plantas, expressa através do coeficiente K_{cb} , e as perdas por evaporação do solo, expressa através do coeficiente K_e (Figura 4). Esses dois componentes afectam as perdas totais de água e portanto as necessidades de água pelas plantas. Assim:

$$ET_c = K_c ET_{HS}$$

$$K_c = K_{cb} + K_e$$

Para as culturas anuais, o invento permite a introdução da data de sementeira, e a selecção da cultura de entre uma lista de culturas incluídas no programa (Tabela 1). De seguida o sistema recorre à duração das fases de crescimento estabelecidos pela FAO (Tabela 1), e aos correspondentes valores de coeficiente cultural, K_{cb} (Tabela 2) para calcular os valores de k_{cb} adequados a cada fase de crescimento da cultura, e adapta a dotação a aplicar a estes valores (Figura 3). Isto é particularmente importante em determinadas fases de crescimento, como por exemplo na fase inicial, em que as necessidades são muito baixas, ou na floração, em que o valor do k_{cb} ultrapassa os 100%, podendo atingir os 120%. Esta característica permite ao sistema realizar uma grande poupança de água nos estádios iniciais de crescimento, e depois aumentar a dotação para ir ao encontro das necessidades específicas dos períodos críticos de crescimento.

O sistema calcula o K_{cb} para cada dia depois da plantação, j_p recorrendo às seguintes funções:

Se $jp < j1$ então: $kj = k1$
 Se $j1 > jp \geq J2$ então: $Kj = (jp - j1) / j2 \times (k2 - k1) + k1$
 Se $j2 > jp \geq J3$ então: $Kj = k2$
 Se $jp > j3$ então: $kj = (jp - j3) / j4 \times (k3 - k2) + k2$

Em que jp é o número de dias depois da plantação. $j1$, $j2$, $j3$ e $j4$ são a duração das diferentes fases de crescimento da cultura, fornecidas pela Tabela 1, e $k1$, $k2$ e $k3$ são os diferentes valores de k_{cb} fornecidos pela Tabela 2. O dia do ano, j , é dado por:

$$J = \text{int}(275M / 9 - 30 + D) - 2$$

onde M é o Mês do ano e D é o dia do Mês. Para os primeiros três meses do ano, $J = J + 2$.

As perdas por evaporação do solo, K_e , também são calculados para cada dia. O seu valor corresponde ao menor valor entre a fracção do solo que está exposta e molhada, f_{ew} (%) e a redução do teor de água no solo, expressa através do K_r , de acordo com a seguinte equação:

$$K_e = \min[K_r(K_{\max} - K_{cb}); f_{ew} K_{\max}]$$

O valor de K_{\max} é obtido através de:

$$K_{\max} = \max\left\{ \left[1,2 + (0,04(U_2 - 2) - 0,004(RH_{\min} - 45)(h/3)^{0,3}) \right]; K_{cb} + 0,05 \right\}$$

Onde RH_{\min} é a humidade relativa mínima, U_2 , é a velocidade de vento médio e h é a altura da cultura. Na ausência destes valores, o K_{\max} é fixado em $K_{cb} + 0,5$.

A evaporação pelo solo dá-se em duas fases: inicialmente, enquanto o solo estiver húmido, a evaporação é apenas limitada pela energia disponível, e é designada pela fase REW. À medida que a superfície do solo vai ficando mais seca, a evaporação será limitada pela água disponível para evaporar, designada pela fase TEW, de acordo com a Figura 5.

Os valores de REW e TEW dependem do tipo de solo e são fornecidos pela Tabela 3. Utilizando os valores desta tabela, o programa calcula o valor do K_r é utilizando a seguinte equação:

$$K_r = \frac{TEW - D_e}{TEW - REW}$$

onde D_e (valor também calculado pelo programa) é o somatório de água evaporada desde a última rega. O sistema faz um balanço de água evaporada desde a última rega, e quando o D_e ultrapassa o valor de REW , então utiliza a equação anterior para calcular o novo valor do K_r . Caso o D_e não tenha ultrapassado o valor de REW , então o K_r será igual à 1.

Quando o sistema de rega é a gota-a-gota, a fracção do solo molhado, f_w , é relativamente reduzida, e passa a ser um factor limitante importante da evaporação pelo solo. Nestes casos, a fracção de solo exposta e molhada, f_{ew} será o menor valor entre a fracção do solo não coberta pela vegetação ($1-f_c$) e a fracção do solo molhado, de acordo com a equação seguinte:

$$f_{ew} = \min[f_w; 1 - f_c]$$

A fracção molhada, f_w varia segundo o método de rega, e assume o valor de 1 para rega por aspersão e 0,3 para gota-a-gota. A fracção de solo coberta pela vegetação, f_c , aumenta durante as primeiras fases de crescimento da cultura e é dada por:

$$f_c = \frac{K_{cb} - 0,15}{K_{max} - 0,15}$$

Ajustamento da dotação da rega

Um outro passo inventivo é a inclusão de algoritmos que permitem otimizar a rega face a três cenários desejados pelo utilizador, nomeadamente a "maximização da produção", "poupança de água", e "lavagem de sais" nos solos salinos. Esta função é obtida, multiplicando a dotação diária calculada por um coeficiente de ajustamento, K_{ajust} que varia entre 0,75 (rega deficitária), 1,05 (máxima produção) e 1,15 (lavagem dos sais). Adicionalmente, na opção "lavagem dos sais", a periodicidade das regas é reduzida para 4 dias.

Variação da frequência de rega

Um outro passo inventivo é a alteração automática da frequência da rega de acordo com a dotação. Assim, se as

necessidades hídricas são pequenas e a dotação a aplicar é pequena, a rega será realizada com menor frequência, deixando de haver rega todos os dias. Neste caso, o controlador armazena em memória a dotação que não é aplicada em cada dia e vai acumulando-a até que seja atingido um valor pré-estabelecido pelo utilizador (valor recomendado: 7 mm). A rega será então realizada quando o valor pré-estabelecido tenha sido atingido. Esta característica permite minimizar as perdas por evaporação e ajuda a melhorar o desenvolvimento radical e controlar o crescimento de doenças e algas.

Da mesma forma, e na época de mais calor, é muitas vezes desejável fraccionar a rega, por forma a não causar escoamento superficial e erosão. Nestes casos, o utilizar pode definir a dotação máxima em cada rega (valor recomendado: 7 mm). O sistema automaticamente suspende a rega quando é atingido o limite definido, aguarda 30 minutos e retoma a rega e assim sucessivamente até completar a rega.

Determinação da latitude

A latitude tem um importante papel na intensidade da radiação solar, e conseqüentemente no cálculo da Evapotranspiração. Dado a maioria das pessoas não saberem a latitude do local onde se encontra, o invento inclui uma base de dados com listas de localidades e as respectivas latitudes (apresenta-se a tabela Tabela 4 como exemplo, com as principais localidades de Portugal). Esta característica permite ao operador seleccionar a cidade mais próxima do local onde está o sistema de rega, determinando-se assim a latitude do local.

Combate às geadas

A geada é um inimigo importante das culturas durante os meses de inverno. O invento tem a possibilidade de detectar a ocorrência de geadas com base na medição da temperatura e realizar uma rega por forma a minimizar os seus efeitos prejudiciais. Esta funcionalidade funciona apenas em rega por aspersão.

Descrição das figuras

Figura 1

O sistema consiste numa placa electrónica com um microprocessador (2) instalado numa caixa hermética (1). A

caixa possui na sua face um ecrã LCD (9), e um teclado (7) através dos quais comunica com o utilizador. O sistema recebe a temperatura do ar através de um sensor de temperatura (3) colocado num local ao abrigo do sol e da chuva. Esse sensor transmite um sinal analógico até ao controlador, que depois o converte em graus centígrados através de um conversor A/D (4). O sistema pode também ter um sensor de chuva (5) que comunica com o controlador através de uma entrada opto-isolada (6), e que interrompe a rega em caso de precipitação. Através do teclado (7) e um bus interno I2C (8), é possível introduzir no sistema diversos parâmetros, tais como a hora da rega, a cultura, os sectores em rega, a data de plantação, e o débito do sistema de rega. O controlador faz uma leitura horária da temperatura, e com base nos restantes dados e a equação de Hargreaves calibrada para o local, calcula a Evapotranspiração diária. Quando chegar a hora da rega, o controlador adapta o valor de Evapotranspiração aos parâmetros da cultura, nomeadamente ao seu estado de desenvolvimento e fase de crescimento. Depois de acordo com a dotação calculada decide se deve realizar a rega naquele dia, ou acumular para o dia seguinte. Se a dotação acumulada for suficientemente grande, então liga as electroválvulas através dos seus relés (10) e realiza a rega.

Legenda da Figura 1:

- (1) - caixa hermética
- (2) - microprocessador
- (3) - sensor de temperatura
- (4) - conversor A/D
- (5) - sensor de chuva
- (6) - entrada opto-isolada
- (7) - teclado
- (8) - bus interno I2C
- (9) - ecrã LCD
- (10) - relés

Figura 2

Na figura 2 está representado o fluxograma do programa de gestão de rega.

Figura 3

Na figura 3 está representada a curva hipotética da evolução do valor de K_{cb} ao longo das diferentes fases de crescimento de uma cultura.

Figura 4

Na figura 4 estão representados os dois componentes Transpiração, T, e Evaporação, E, da Evapotranspiração.

Figura 5

Na figura 5 está apresentada a evolução do Coeficiente de redução de teor de água no solo

Aplicação industrial

A presente invenção poderá aplicar-se de uma forma geral à agricultura, nos jardins domésticos, nos espaços verdes públicos e nos campos de golfe, entre outros locais. Em todas essas aplicações, o sistema de gestão de rega adaptativo e autónomo, objecto desta invenção, substitui com vantagem os controladores convencionais, proporcionando uma grande economia de água e menor necessidade de manutenção. A substituição do controlador convencional pelo sistema objecto deste invento é directa. Em instalações existentes, o sistema pode facilmente ser adaptado por forma a não necessitar de, por exemplo alterações aos quadros eléctricos existentes.

Évora, 26 de Outubro de 2010

Reivindicações

1. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo, caracterizado por incorporar um equipamento e programa que ajusta a dotação a aplicar à evapotranspiração calculada através da equação de Hargreaves-Samani, e ao estágio de desenvolvimento e fase de crescimento da cultura a ser regada.

2. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por utilizar algoritmos temporais e tabelas de crescimento típico das plantas para ajustar a dotação à cultura, ao seu fase de crescimento e desenvolvimento.

3. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com a reivindicação 1 e 2, caracterizado por calcular a latitude do local de rega recorrendo a uma base de dados de latitude de localidades.

4. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por contabilizar a percentagem de cobertura do solo pelas plantas utilizando tabelas incorporadas no programa.

5. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com a reivindicação 1 a 4, caracterizado por possuir um algoritmo que permite otimizar a rega para alcançar objectivos distintos, nomeadamente, maximização da produção, poupança da água e lavagem de saís.

6. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado por possuir um algoritmo específico para aumentar de forma automática o intervalo entre as regas e controlar a sua duração máxima.

7. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com as reivindicações 1 a 4 caracterizado por monitorizar horariamente a temperatura do ar e realizar regas sempre que a temperatura do ar é propício para a formação da geada.

Reivindicações

1. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo, caracterizado por incorporar um equipamento e programa que ajusta a dotação a aplicar à evapotranspiração calculada através da equação de Hargreaves-Samani, e ao estágio de desenvolvimento e fase de crescimento da cultura a ser regada.

2. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por utilizar algoritmos temporais e tabelas de crescimento típico das plantas para ajustar a dotação à cultura, ao seu fase de crescimento e desenvolvimento.

3. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com a reivindicação 1 e 2, caracterizado por calcular a latitude do local de rega recorrendo a uma base de dados de latitude de localidades.

4. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por contabilizar a percentagem de cobertura do solo pelas plantas utilizando tabelas incorporadas no programa.

5. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com a reivindicação 1 a 4, caracterizado por possuir um algoritmo que permite otimizar a rega para alcançar objectivos distintos, nomeadamente, maximização da produção, poupança da água e lavagem de saís.

6. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado por possuir um algoritmo específico para aumentar de forma automática o intervalo entre as regas e controlar a sua duração máxima.

7. Sistema automático de gestão de rega adaptativo e autónomo de acordo com as reivindicações 1 a 4 caracterizado por monitorizar horariamente a temperatura do ar e realizar regas sempre que a temperatura do ar é propício para a formação da geada.

TABELAS

Tabela 1: Duração das diferentes fases de crescimento das culturas mais habituais

<i>Cultura</i>	<i>Inicial</i>	<i>Desenvolvimento</i>	<i>Pleno desenvolvimento</i>	<i>Final</i>	<i>Mês Plantação</i>
a. Hortícolas					
Aipo	25	40	45	15	4
Alface, Inverno	30	40	25	10	11
Alface, Outono	25	35	30	10	10
Alface, Primavera	35	50	45	10	2
Alface, Verão	20	30	15	10	4
Alho	25	40	45	15	
Bróculos	35	45	40	15	9
Cebola (seca)	15	25	70	40	4
Cebola (semente)	20	45	165	45	9
Cebola (verde)	25	30	10	5	4
Cenouras	30	40	60	20	2
Couve	40	60	50	15	9
Couve Bruxelas	40	60	50	15	
Couve flor	35	50	40	15	9
Crucíferos, Inverno	25	35	25	10	2
Crucíferos, Outono	30	35	90	40	9
Crucíferos, Primavera	20	30	20	10	4
Espinafre	20	20	20	5	4
Rabanetes	5	10	15	5	4
b. Hortícolas - família Solanaceae					
Beringela	30	45	40	25	5
Pimento doce	25	35	40	20	4
Tomate	30	40	45	30	4
c. Hortícolas - família Cucurbitaceae					
Abóbora	20	30	30	20	3
Courgettes	25	35	25	15	3
Melancia	20	30	30	30	4
Melão	25	35	40	20	4
Meloa	30	45	35	10	4
Pepino	20	30	40	15	4
d. Raízes e tubérculos					
Batata	30	35	50	30	4
Batata doce	20	30	60	40	4
Beterraba	15	25	20	10	4
Beterraba sacarina, Outono	45	75	80	30	11
Beterraba sacarina, Primavera	25	35	50	50	5
mandioca: Ano 2	150	40	110	60	4
Mandioca: Ano I	20	40	90	60	4
e. Legumes (Leguminosae)					
Amendoins	35	45	35	25	4
Ervilhas	20	30	35	15	3
Favas	20	30	35	15	3
Feijão (grão)	15	25	35	20	5
Feijão (verde)	20	30	30	10	3
Grão	15	25	35	20	5
lentilhas	20	30	60	40	4
Soja	20	30	60	25	4

<i>Cultura</i>	<i>Inicial</i>	<i>Desenvolvimento</i>	<i>Pleno desenvolvimento</i>	<i>Final</i>	<i>Mês Plantação</i>
f. Vegetais perenes (com dormência)					
Aspargo	90	30	200	45	2
Cardo	40	40	250	30	4
Morango	90	30	200	45	2
g. Culturas Fibrosas					
Algodão	30	50	60	55	3
Lino	25	35	50	40	4
h. Olioginosas					
Cártamo	20	35	45	25	4
Colza	20	35	45	25	4
Girassol	25	35	45	25	4
Rícino (<i>Ricinus communis</i>)	25	40	65	50	3
Sésamo	20	30	40	20	4
i. Cereais					
Arroz	30	30	60	30	5
Aveia	15	25	50	30	5
Cevada	15	25	50	30	11
Grãos (pequeno)	20	30	60	40	4
Milho (doce)	20	25	25	10	5
Milho (grão)	30	40	50	30	4
Sorgo	20	35	40	30	4
Trigo	20	60	70	30	11
j. Forragens					
Bermuda para feno	10	15	75	35	4
Luzerna, cortes seguintes	5	10	10	5	3
Luzerna, 1º ciclo de corte	10	30	25	10	3
Pastagem	10	20			
Sudan grass, 1º corte	25	25	15	10	4
Sudan grass, cortes seguinte	3	15	12	7	4
k. Culturas tropicais					
Ananás	60	120	600	10	
Banana, ano 2	120	60	180	5	
Banana, ano I	120	90	120	60	
Cana de açúcar (rizomas)	30	50	180	60	
Cana de açúcar (virgem)	50	70	220	140	
m. frutos					
Citrinos, 20% canopia	60	90	120	95	1
Citrinos, 50% canopia	60	90	120	95	1
Citrinos, 70% canopia	60	90	120	95	1
macieiras	30	50	130	30	3
Nogueira	20	10	130	30	4
Oliveiras	30	90	60	90	3
Pêssegueiros	30	50	130	30	3
Pistachios	20	60	30	40	2
Uvas, mesa	20	50	75	60	3
Uvas, vinho	20	50	75	60	3

Tabela 2: Valores de Coeficientes culturais K_{cb} das culturas mais habituais

<i>Cultura</i>	inicial	meio	final
a. Hortícolas			
Bróculos	0.15	0.95	0.85
Couve Bruxelas	0.15	0.95	0.85
Couve	0.15	0.95	0.85
Cenouras	0.15	0.95	0.85
Couve flor	0.15	0.95	0.85
Aipo	0.15	0.95	0.9
Alho	0.15	0.9	0.6
Crucíferos, Primavera	0.15	0.95	0.85
Crucíferos, Inverno	0.15	0.95	0.85
Crucíferos, Outono	0.15	0.95	0.85
Alface, Verão	0.15	0.9	0.9
Alface, Inverno	0.15	0.9	0.9
Alface, Outono	0.15	0.9	0.9
Alface, Primavera	0.15	0.9	0.9
Cebola (seca)	0.15	0.95	0.65
Cebola (verde)	0.15	0.9	0.9
Cebola (semente)	0.15	1.05	0.7
Espinafre	0.15	0.9	0.85
Rabanetes	0.15	0.85	0.75
b. Hortícolas - família Solanaceae			
Beringela	0.15	1	0.8
Pimento doce	0.15	1	0.8
Tomate	0.15	1.1	0.7
c. Hortícolas - família Cucurbitaceae			
Abóbora	0.15	0.95	0.7
Courgettes	0.15	0.9	0.7
Melancia	0.15	0.95	0.7
Melão	0.15	1	0.7
Meloa	0.15	0.75	0.5
Pepino	0.15	0.95	0.7
d. Raízes e tubérculos			
Batata	0.15	1.1	0.65
Batata doce	0.15	1.1	0.55
Beterraba	0.15	1.15	0.5
Beterraba sacarina, Outono	0.15	1.15	0.5
Beterraba sacarina, Primavera	0.15	1.15	0.5
mandioca: Ano 2	0.15	1	0.45
Mandioca: Ano I	0.15	0.7	0.2
e. Legumes (Leguminosae)			
Amendoins	0.15	1.1	0.5
Ervilhas	0.15	1.1	0.75
Favas	0.15	1.1	0.75
Feijão (grão)	0.15	1.1	0.25
Feijão (verde)	0.15	1	0.8
Grão	0.15	0.95	0.25
lentilhas	0.15	1.05	0.2
Soja	0.15	1.1	0.3

<i>Cultura</i>	inicial	meio	final
f. Vegetais perenes (com dormência)			
Aspargo	0.15	0.9	0.2
Cardo	0.15	0.95	0.9
Morango	0.3	0.8	0.7
g. Culturas Fibrosas			
Algodão	0.15	1.1	0.45
Lino	0.15	1.05	0.2
h. Olioginosas			
Cártamo	0.15	0.95	0.25
Colza	0.15	0.95	0.25
Girassol	0.15	1	0.25
Rícino (<i>Ricinus communis</i>)	0.15	1.1	0.45
Sésamo	0.15	1.05	0.2
i. Cereais			
Arroz	1	1.15	0.6
Aveia	0.15	1.1	0.15
Cevada	0.15	1.1	0.15
Grãos (pequeno)	0.15	0.95	0.2
Milho (doce)	0.15	1.1	1
Milho (grão)	0.15	1.15	0.35
Sorgo	0.15	1	0.35
Trigo	0.15	1.1	0.25
j. Forragens			
Bermuda para feno	0.2	0.95	0.8
Luzerna, cortes seguintes	0.3	1.15	1.1
Luzerna, 1º ciclo de corte	0.3	1.15	1.1
Pastagem	0.3	0.8	0.8
Sudan grass, 1º corte	0.3	1.1	1.05
Sudan grass, cortes seguintes	0.3	1.1	1.05
k. Culturas tropicais			
Ananás	0.2	0.25	0.25
Banana, ano 2	0.6	1.1	1.05
Banana, ano I	0.15	1.05	0.9
Cana de açúcar (rizomas)	0.15	1.2	0.7
Cana de açúcar (virgem)	0.15	1.2	0.7
m. frutos			
Citrinos, 20% canopia	0.45	0.4	0.5
Citrinos, 50% canopia	0.6	0.55	0.6
Citrinos, 70% canopia	0.65	0.6	0.65
macieiras	0.5	0.9	0.7
Nogueira	0.4	1.05	0.6
Oliveiras	0.55	0.65	0.65
Pêssegueiros	0.45	0.85	0.6
Pistachios	0.2	1.05	0.4
Uvas, mesa	0.15	0.8	0.4
Uvas, vinho	0.15	0.65	0.4

Tabela 3: Valores característicos de REW e TEW

Valores característicos de teores de água no solo

	θ_{FC}	θ_{WP}	$\theta_{FC}-\theta_{WP}$	REW	TEW
Arenoso	0.07 - 0.17	0.02 - 0.07	0.05 - 0.11	5	9
Franco-arenoso	0.11 - 0.19	0.03 - 0.10	0.06 - 0.12	7	11
Freanco	0.20 - 0.30	0.07 - 0.17	0.13 - 0.18	9	19
Franco-Limoso	0.22 - 0.36	0.09 - 0.21	0.13 - 0.19	9	22
Limo	0.28 - 0.36	0.12 - 0.22	0.16 - 0.20	10	24
Limo-argiloso	0.30 - 0.42	0.17 - 0.29	0.13 - 0.19	11	24
Argiloso	0.32 - 0.40	0.20 - 0.24	0.12 - 0.20	11	25

$$TEW = 1000 (\theta_{FC} - 0.50 \theta_{WP}) Ze$$

Onde:

θ_{FC} : Teor de água à Capacidade de campo, em $m^3 m^{-3}$

θ_{WP} : Teor de água ao Coeficiente de Emurchecimento, em $m^3 m^{-3}$

Tabela 4: Latitude de localidades utilizadas para referenciar o local da rega

Localidade	Latitude	Localidade	Latitude
Algarve	36°58'N	Pinhel	40°50'N
Aljustrel	37°55'N	Pombal	39°55'N
Almada	38°40'N	Portalegre	39°19'N
Aveiro	40°37'N	Portimao	37°08'N
Barrancos	38°10'N	Porto	41°08'N
Barreiro	38°40'N	Povao de Varzim,	41°25'N
Beja	38°02'N	Roca C. da	38°40'N
Braga	41°35'N	Santarem	39°12'N
Braganca	41°48'N	Sao Joao da Madeira	40°54'N
Caldas da Rainha	39°24'N	Setubal	38°30'N
Caminha	41°50'N	Setubal B. de	38°40'N
Carvoeiro, C.	39°21'N	Sines	37°58'N
Cascais	38°41'N	Sintra	38°47'N
Castelo Branco	39°50'N	Torre de Moncorvo	41°12'N
Chaves	41°45'N	Viana do Alentejo	38°17'N
Coimbra	40°15'N	Vila do Bispo	37°5'N
Coviha	40°17'N	Vila Nova de Gaia	41°8'N
Elvas	38°50'N	Vila Real	41°17'N
Entroncamento	39°28'N	Viseu	40°40'N
Espichel, C.	38°22'N	Vouga	40°41'N
Estrela, Serra da	40°10'N	Zezeze	39°28'N
Estremoz	38°51'N		
Evora	38°33'N		
Faro	37°02'N		
Figueira da Foz	40°07'N		
Fundao	40°08'N		
Guardiana	37°14'N		
Guarda	40°32'N		
Guimaraes	41°28'N		
Lagos	37°05'N		
Lamego	41°05'N		
Leiria	39°46'N		
Lima	41°41'N		
Limia	41°41'N		
Lisboa	38°42'N		
Lisbon, Lisboa	38°42'N		
Loule	37°09'N		
Mafra	38°55'N		
Matosinhos	41°11'N		
Mertola	37°40'N		
Minho	41°25'N		
Mirando do Douro	41°30'N		
Monchique	37°19'N		
Montijo	38°41'N		
Moura	38°07'N		
Olhao	37°03'N		
Oporto/Porto	41°08'N		
Peniche	39°19'N		

FIGURAS

Figura 1

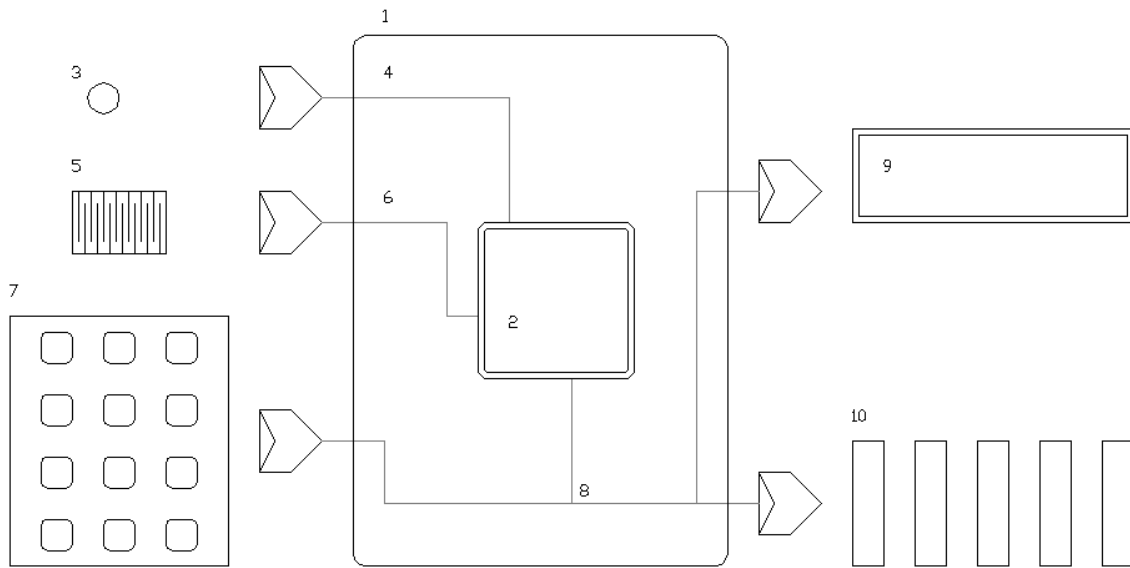


Figura 2: Fluxograma do programa de gestão do controlador

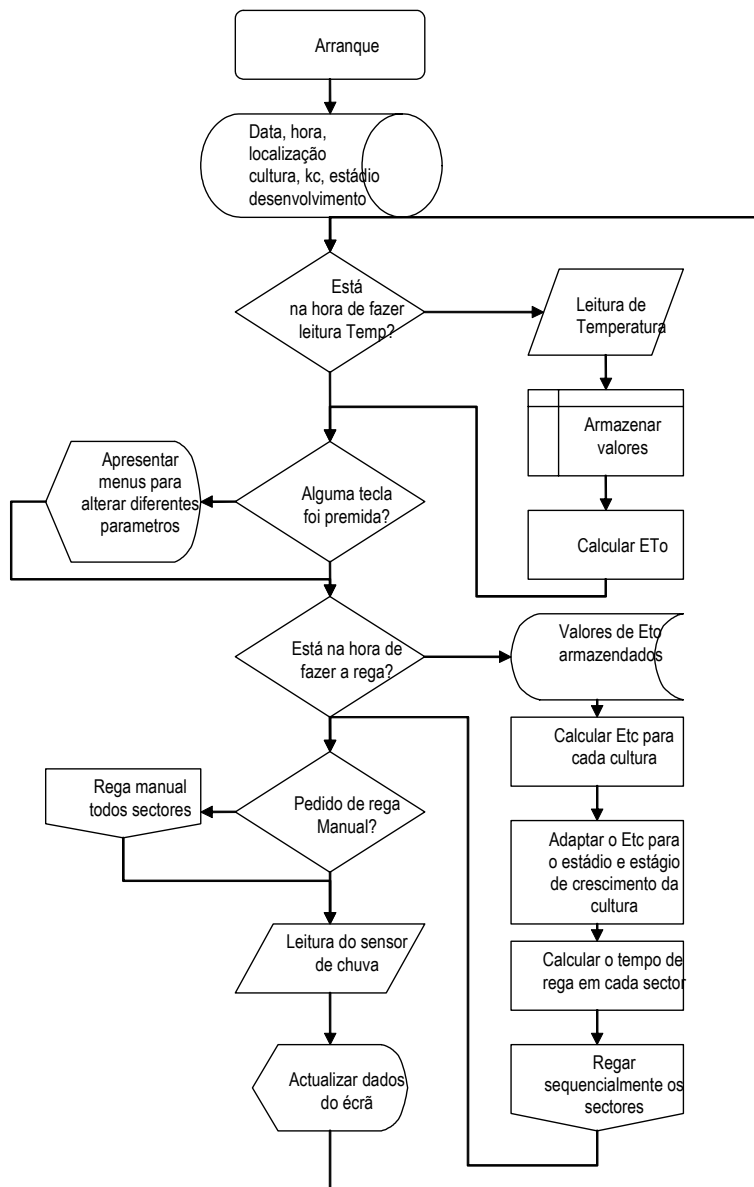


Figura 3: Curva hipotética da evolução do valor de Kcb ao longo das diferentes fases de crescimento de uma cultura.

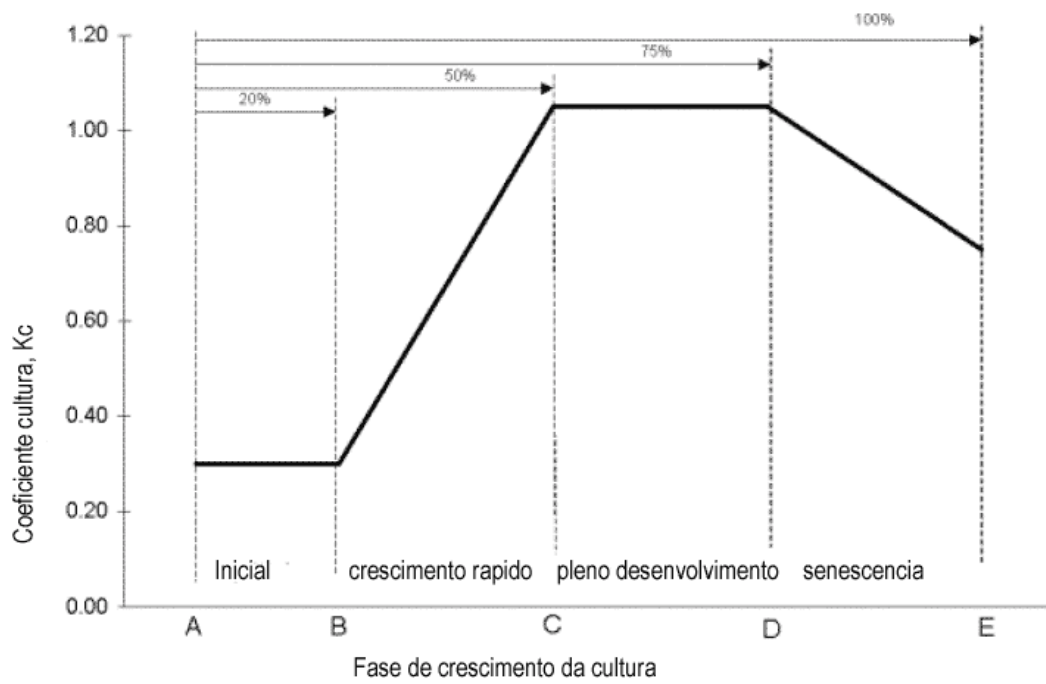


Figura 4: Os componentes Transpiração, T , e Evaporação, E , da Evapotranspiração

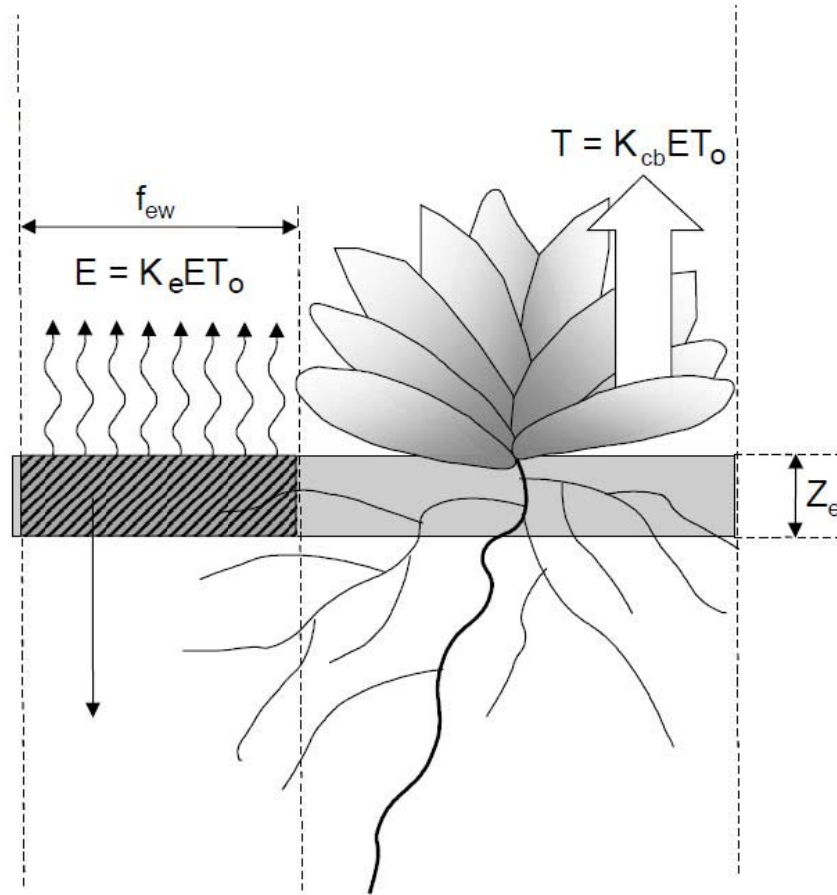


Figura 5: Evolução do Coeficiente de redução de teor de água no solo

