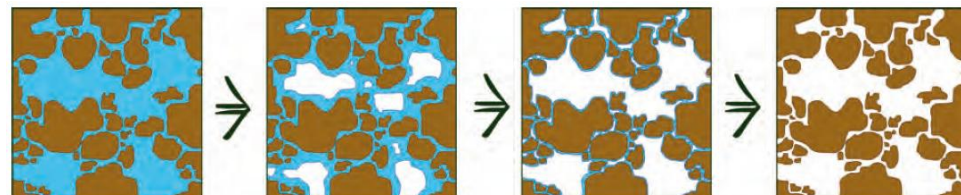




PROGRAMAÇÃO DA REGA NA PARCELA COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE SENSORES CAPACITIVOS DE MEDIÇÃO DA ÁGUA NO SOLO

PROGRAMA DE FORMAÇÃO PARA REGANTES

Teor de água no solo



SOLO
SATURADO

SOLO à
CAPACIDADE
de CAMPO

SOLO no
COEFICIENTE de
EMURCHECIMENTO
PERMANENTE

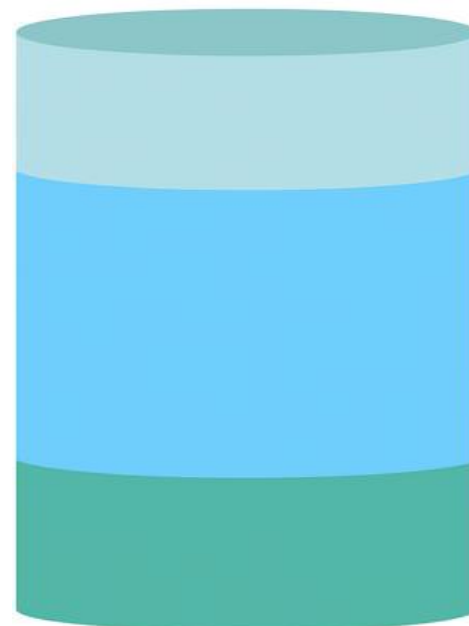
SOLO
SECO

Solo saturado

Solo à CC

Solo no CEP

Solo seco



Aumento da retenção
de água

Água em excesso
(perde-se por
drenagem)

Água disponível (a
que fica entre a
CC e o CEP)

Água não disponível
(retida no solo)

Disponibilidade de água no solo

A água útil para as plantas depende das condições atmosféricas e do nível de humidade do solo.

Potencial hídrico do solo

- esforço que as plantas fazem para extrair água do solo (estado energético da água)
- unidades de pressão negativas

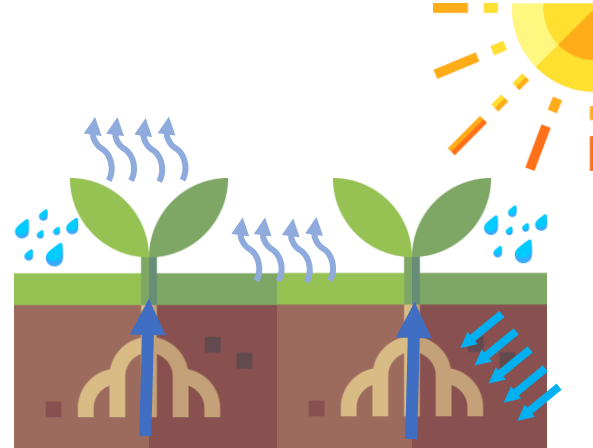
**SENSORES DE
MEDIÇÃO DA
ÁGUA NO SOLO**

Necessidades hídricas das culturas: **EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

Fatores climáticos

Et_0

- Radiação solar
- Temperatura
- Humidade relativa
- Vento

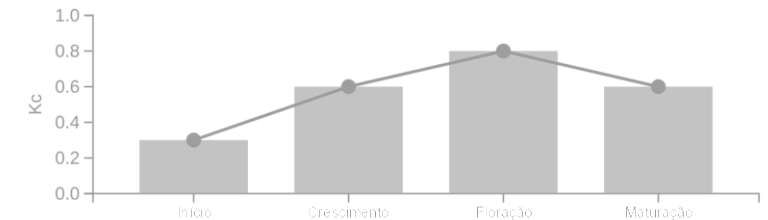


Desenvolvimento e tipo de cultura

K_c

- Fase fenológica
- Área foliar
- Estrutura do sistema radicular

Exemplo de variação do K_c ao longo da campanha



$$ET_c = ET_0 \times K_c$$



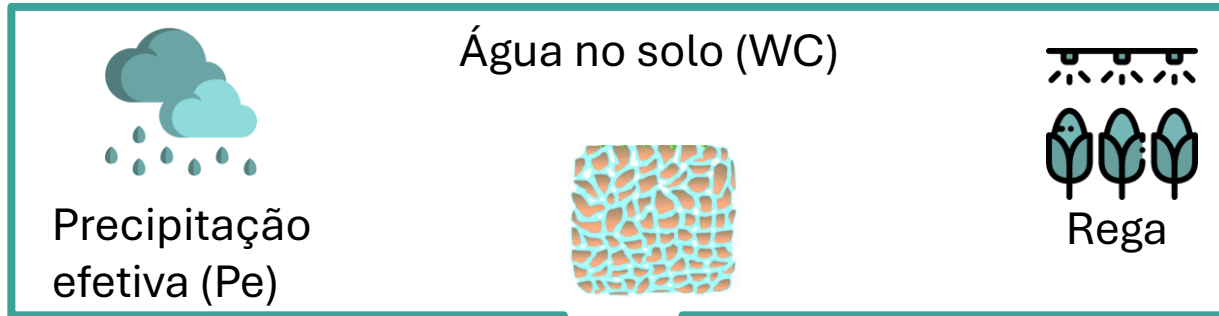
Diminuição da dotação de rega



Aumento da dotação de rega

Quanta água é preciso repor com a rega para manter a cultura saudável?

Fontes de água para a cultura

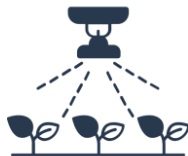


$$\text{Dotação de rega} = \frac{ETc - Pe}{Eff} \pm \Delta SWC$$

Eff = eficiência do sistema de rega



0,9



0,8



0,6

ΔSWC = excesso (-) ou déficit (+) do evento de humedecimento anterior.

- Textura do solo
- Tipo de cultura
- Sistema de rega
- Densidade de plantação

**SENSORES
MEDIÇÃO DA ÁGUA
NO SOLO**

ARQUITETURA DE UMA INSTALAÇÃO

Interreg
Sudoe



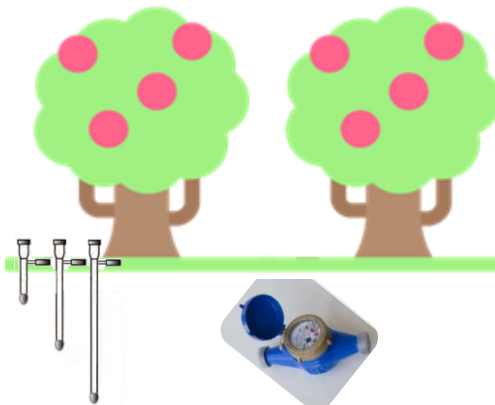
Co-funded by
the European Union

SMART GREEN
WATER

Tecnologia	Velocidade	Alcance	Bateria	Uso ideal
NB-IoT	⚡ ⚡	🟢 10km	🟢 Anos	Sensores fixos
LTE-M	⚡ ⚡ ⚡	🟢 10km	🟡 Meses	Equipas móveis
LoRa	⚡	🟢 15km	🟢 Anos	Grandes quintas
WiFi	⚡ ⚡ ⚡ ⚡	🔴 100m	🔴 Dias	Câmaras/vídeo
BLE	⚡	🔴 10m	🟢 Anos	Estufas



IoT



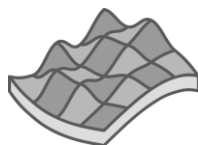
TIPOS DE SENSORES

Tecnologia	Princípio de funcionamento	Vantagens	Desvantagens
FDR (<i>Frequency Domain Reflectometry</i>)	Mede a constante dielétrica do solo através de sinais de alta frequência	Rápido e preciso Boa sensibilidade Baixo consumo energético	Requer calibração específica por tipo de solo Pode ser afetado pela salinidade
TDR (<i>Time Domain Reflectometry</i>)	Mede o tempo que um impulso eletromagnético demora a refletir-se no solo	Alta precisão Independente da salinidade Muito estável	Dispendioso Equipamentos mais complexos e delicados
Capacitivos	Semelhantes aos FDR, medem a capacitância, que varia com o teor de água	Económicos Instalação fácil Baixo consumo energético	Menos precisos que os TDR Afetados pelo tipo de solo e pela salinidade



CHAVES PARA A INSTALAÇÃO

ESCOLHA DA LOCALIZAÇÃO



Variabilidade do terreno:

- Solos homogêneos → poucos sensores.
- Solos heterogêneos → mais sensores por exploração/setor.



Conhecimento do agricultor

É essencial para escolher os melhores pontos.



Análise do solo

- Amostras para determinar a textura e o comportamento hidráulico.
- Ajuste de parâmetros: CC, CEP, curvas características



Seleção do ponto representativo

- Uso de imagens de satélite para identificar zonas-chave.
- Orografia da exploração.
- Ponto com culturas homogêneas e bom vigor.
- Verificar a uniformidade da rega para evitar erros.

CHAVES PARA A INSTALAÇÃO



SENSORES NO PERFIL DO SOLO



Profundidade de instalação:

- Consoante a cultura (raízes superficiais (hortícolas) ou profundas (fruteiras))
- Textura do solo



Posicionamento (rega gota a gota e aspersão)

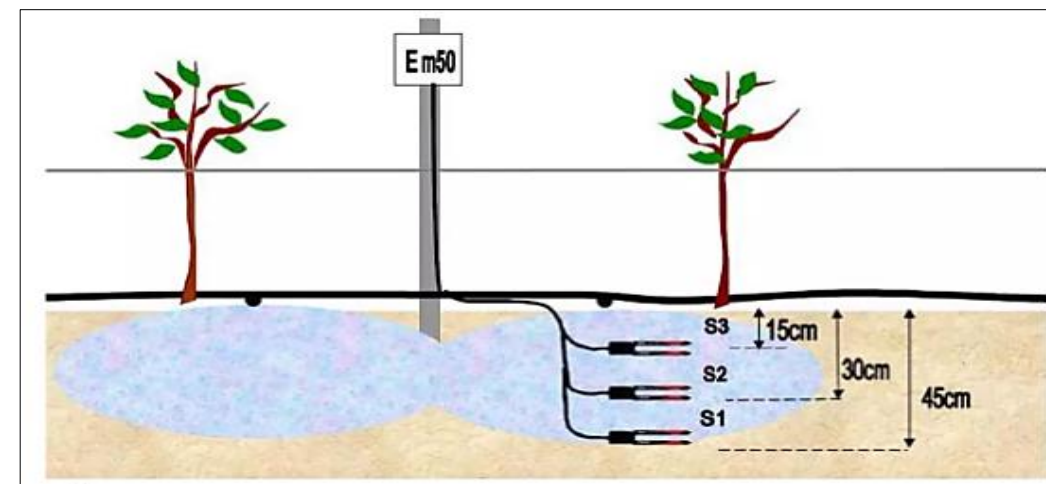
- A meio caminho entre a vertical de um gotejador e o limite da área húmida à superfície
- Bolbo húmido

Recomendações

- Instalação com o solo húmido, sem cultura ativa
- Bom contacto com o solo e sem alterar a estrutura



- Evitar zonas pedregosas e bolsas de ar
- Proteger a cablagem
- Manter a verticalidade



ATIVAÇÃO DOS PONTOS DE CONTROLO



- Verificação do funcionamento
- Teste inicial de comunicação

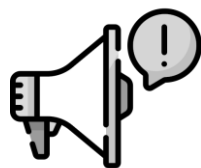
Rega inicial abundante ou episódio de chuva



Determinação do valor de CC e CEP



**CALIBRAÇÃO
DOS SENSORES**



Cada sensor deverá ser calibrado com o seu valor de referência

ACESSO E VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Interreg
Sudoe



Co-funded by
the European Union

SMART GREEN
WATER

Subscrição anual de plataforma
de visualização e
armazenamento de dados

Mapa com a localização dos sensores



Visualização de dados em tempo real e gráficos
do teor volumétrico de água no solo

MANUTENÇÃO E PRECAUÇÕES

Interreg
Sudoe



Co-funded by
the European Union

SMART GREEN
WATER



Alimentação e
baterias



Calibração periódica dos
sensores



Atualizações de
software



Verificações de
funcionamento



Proteção e
sinalização da
instalação



INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Interreg
Sudoe



Co-funded by
the European Union

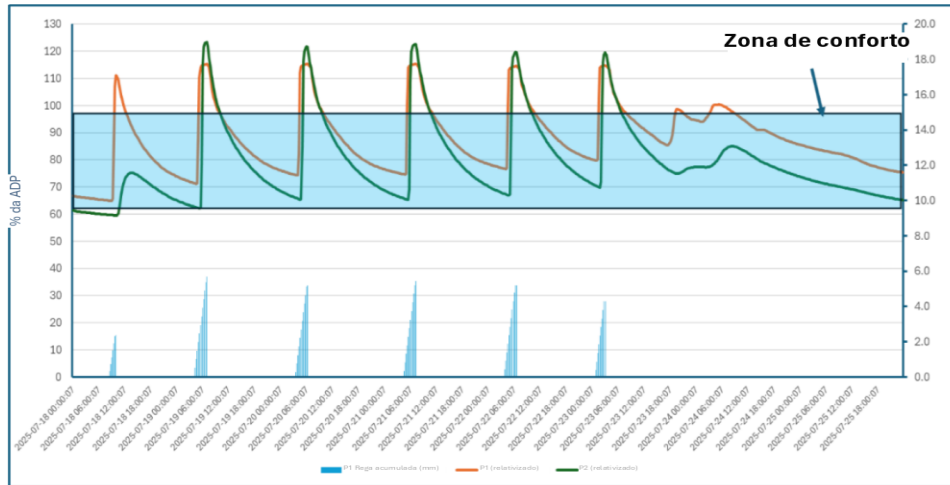
SMART GREEN
WATER

Frente húmida

Zona de saturação



INTERPRETAÇÃO DE DADOS



Objetivo da rega baseada em sensores:

- **Manter** o sensor representativo da zona radicular dentro da zona de conforto hídrico.
- **Evitar:**
 - Saturação: percolação profunda
 - Stress hídrico: valores abaixo da zona de conforto

Sensor superficial = deteta episódios de chuva ou regas

Sensor intermédio = zona radicular → chave para decidir quando regar

Sensor profundo = deteta perdas por drenagem ou percolação profunda



Outros objetivos:

Salinidade: provocar drenagem profunda para lavar os sais

Aplicação de rega deficitária controlada

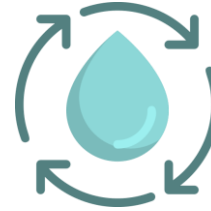
VANTAGENS DA REGA COM SENSORES

Interreg
Sudoe



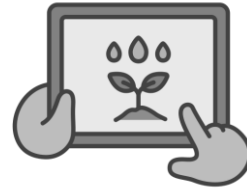
Co-funded by
the European Union

SMART GREEN
WATER



Sustentabilidade e resiliência

Conhecimento preciso e em tempo real do estado hídrico do solo



Alertas precoces de problemas no sistema

Melhoria da sanidade da cultura e do seu rendimento



Eficiência no uso da água



Programação e comodidade.