Interreg Sudoe

Co-funded by the European Union

SMART GREEN WATER

Divulgação de soluções inovadoras e desenvolvimento de capacidades para a rega inteligente

Produto 1.2.2 Diagnóstico transnacional da aplicação dos S3 para a digitalização da gestão da água na agricultura

GT1: Estratégia de fornecimento de soluções digitais para a gestão da água na agricultura.

Atividade 1.2: Diagnóstico territorial em cada região do projeto.

Documento de síntese (atores, recursos, obstáculos e alavancas) para a digitalização da gestão da água na agricultura.

Setembro de 2024. Distribuição pública.

Smart Green Water é cofinanciado pelo Programa Interreg VI-B Sudoe 2021-2027
através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER)
Orçamento: €1.582.930,00 Fundo FEDER: €1.187.197,50

interreg-sudoe.eu

Índice

Introdução **3**
Apresentação do projeto e resultados 3
Metodologia utilizada no inquérito 3
Contexto e antecedentes 4

1. Perfil da agricultura por região, contexto e principais intervenientes **6**
França 6
Espanha 9
Portugal 13

2. As questões levantadas em torno das soluções digitais e da rega **16**
2.1. Questões técnicas 16
2.2. Questões agronómicas 20

3. Barreiras e alavancas para a adoção de ferramentas digitais para a rega **21**

4. As necessidades de inovação **24**

Bibliografia **25**

Anexos **26**

Índice de Figuras

Figura 1: Alterações na captação de água por sector económico entre 1990 e 2015.

Figura 2: Mapa de França e utilização dos solos por principais categorias agrícolas.

Figura 3: Mapa de França e proporção da superfície regada na superfície agrícola.

Figura 4: Diagrama da distribuição das superfícies regadas segundo as culturas.

Figura 5: Identidade agrícola e hídrica da Occitânia e da Nova Aquitânia em 2023.

Figura 6: Cartografia das referências, dos projetos e iniciativas e dos principais intervenientes na Occitânia e na Nova Aquitânia em 2023.

Figura 7: Mapa de Espanha e sua distribuição agrícola.

Figura 8: Distribuição das culturas agrícolas de regadio em Espanha.

Figura 9: Identidade agrícola e hídrica da Andaluzia, Múrcia, Castela e Leão, Castela-La Mancha, Extremadura e Catalunha em 2023.

Figura 10: Mapeamento de referências, projetos e iniciativas e principais intervenientes em Espanha.

Figura 11: Distribuição da SAU em Portugal.

Figura 12: Distribuição das culturas agrícolas permanentes em Portugal.

Figura 13: Distribuição das culturas temporárias agrícolas em Portugal.

Figura 14: Identidade agrícola e hídrica do Alentejo.

Figura 15: Mapeamento de referências, projetos e iniciativas e principais intervenientes em Portugal.

Introdução

Apresentação do projeto e resultados

O projeto SMART GREEN WATER visa promover respostas conjuntas aos desafios que a agricultura do espaço SUDOE enfrenta, através da implementação de estratégias de especialização inteligente, para um sector agrícola mais sustentável e inteligente que reforce o tecido socioeconómico das zonas rurais. Para tal, os parceiros franceses, espanhóis e portugueses trabalham em conjunto para implementar soluções destinadas a acelerar a transição digital da agricultura para um sector agrícola mais resiliente, adaptado aos riscos climáticos, otimizado e mais económico no consumo de recursos hídricos. O projeto desenvolverá uma estratégia transnacional para incentivar o desenvolvimento, a oferta e a disseminação de soluções digitais, promovendo ações sobre as várias alavancas necessárias para criar as capacidades necessárias entre os principais intervenientes na cadeia de valor agrícola e na inovação.

Este documento faz parte do Grupo de Trabalho 1: "Estratégia para a disponibilização de soluções digitais para a gestão da água na agricultura de regadio", liderado pela Euroregião Pirenéus-Mediterrâneo e pelo Instituto de Investigação e Tecnologia Agroalimentar. Este grupo de trabalho será pontuado por comités de desenvolvimento, acompanhamento e avaliação da estratégia (CESES). Este documento corresponde à atividade 1.2 "Diagnóstico territorial em cada região do projeto" e ao entregável 1.2.2: "Diagnóstico transnacional da implementação do S3 para a digitalização da água na agricultura de regadio - Documento de síntese (atores, recursos, obstáculos e alavancas) para a digitalização da gestão na agricultura de regadio".

Metodologia de inquérito

Para realizar o inquérito, foi concebida e aplicada uma metodologia a dois níveis:

Nível 1: a nível macro, os parceiros do projeto fornecem informações e conhecimentos

- **Mapeamento do ecossistema global dos intervenientes**
  - Bibliografia e referências
  - Contexto agrícola regional
  - Os desafios da gestão da água: uma perspetiva agronómica e tecnológica
  - Políticas regionais
  - Soluções digitais para rega e gestão da água
  - Intervenientes Regionais
  - Projetos e iniciativas

Todas estas informações foram recolhidas num ficheiro partilhado

Nível 2: Os parceiros da SGW procuram obter informações mais detalhadas do sector do regadio à escala regional, recolhendo informações de um painel de intervenientes especializados (fabricantes de equipamentos, fornecedores de soluções digitais, empresas de sementes, organizações de armazenamento (cooperativas e comerciantes), sindicatos de produção especializados, estruturas de partilha de água, etc.).

Foi proposto um guião de entrevista:

- Como é que as ferramentas digitais estão a ser utilizadas atualmente para a rega e gestão da água?
- Que ferramentas digitais são mais utilizadas?

- Quais são as barreiras à utilização da tecnologia digital?
- Quais são as alavancas de ação para acelerar o uso da tecnologia digital?
- O que é que precisa e de que ferramentas precisa?

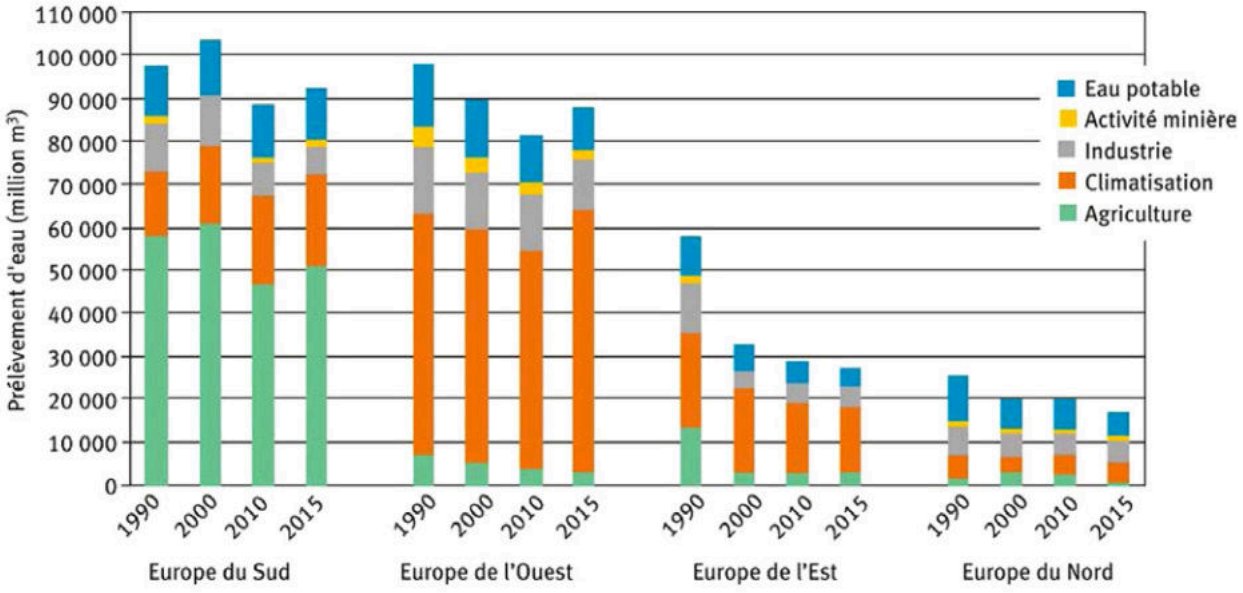
Cada parceiro seguiu estas diretrizes e recolheu as respostas dos seus intervenientes locais. Além disso, foi elaborado um resumo por país por um dos parceiros do projeto (IRTA para Espanha, ASOI para França, COTR para Portugal). No total, foram entrevistadas 82 pessoas em França, Espanha e Portugal. A duração do inquérito foi de 4 meses.

Contexto e antecedentes

A rega tem por objetivo satisfazer as necessidades hídricas das plantas, fornecendo-lhes os elementos essenciais ao seu crescimento e sobrevivência. Desempenha um papel crucial na absorção de minerais da água do solo e na regulação da temperatura das plantas [10]. A rega é utilizada principalmente para garantir os rendimentos face a riscos climáticos como a seca, reduzindo a quantidade de água retirada do lençol freático, aumentando os rendimentos médios e melhorando a qualidade dos produtos, por exemplo, limitando o desenvolvimento de micotoxinas causadas pelo stress hídrico. A procura de água está também a aumentar em regiões anteriormente não regadas, como é o caso de certas zonas vitícolas do Hérault [2]. A rega desempenha um papel essencial na atenuação dos riscos climáticos. Ao otimizar os rendimentos, melhora a rentabilidade das culturas, mas também gera custos [1]. Esta questão está a tornar-se uma preocupação crescente também na Catalunha, onde as principais culturas, como as vinhas da região de Penedès e os olivais, tradicionalmente dependentes da chuva, necessitarão em breve de rega adicional para resistir aos impactos das alterações climáticas. Podemos prever que esta questão se estenderá a todo o espaço SUDOE, em vez de se limitar a algumas zonas específicas.

Os países do sul da Europa (por exemplo, Espanha, Portugal e sul de França) caracterizam-se por um clima mediterrânico com condições semi-áridas que tornam a agricultura de regadio muito mais produtiva do que a agricultura de sequeiro. Na maioria dos casos, a rega é uma caraterística da agricultura há muito estabelecida e é frequentemente o principal utilizador de água [3].

Figura 1: Alterações na captação de água por sector económico entre 1990 e 2015 [3].



Globalmente, apesar da intensificação dos défices hídricos das culturas em muitas partes da Europa, registou-se uma redução da captação de água para a rega em todas as regiões entre 1990 e 2015 (75%, 69%, 51% e 12% para a Europa Oriental, Setentrional, Ocidental e Meridional, respetivamente). Esta redução é menor, mas real, nas regiões onde os défices hídricos das culturas são muito acentuados (Europa do Sul). Esta redução na captação de água para a rega pode ter várias causas, como estratégias históricas/políticas, escolha de culturas ou tecnologias de gestão da rega melhoradas.

A agricultura é responsável por cerca de 70% da captação total de água doce no mundo, principalmente através do regadio [5]. Cerca de 90% da água utilizada pela agricultura é utilizada para a rega, enquanto os restantes 10% são utilizados para abeberar o gado e limpar instalações. A rega é responsável por cerca de 10% do volume de água captada anualmente, mas consome mais de 50% durante o verão, com disparidades geográficas e variações interanuais significativas [2]. Nos países do Sul da Europa, a maior captação de água é para fins agrícolas, especificamente para a rega o, que representa normalmente cerca de 60% do total captado, chegando a 80% em certos locais [4]. Uma questão crucial continua a ser a origem dessa água [2].

Dos 50 mil milhões de m³ de água utilizados pela agricultura na União Europeia, 37% provêm de captações diretas de rios e outros cursos de água, 36% de águas subterrâneas e 27% de albufeiras. Estas albufeiras podem ser formações naturais (lagos, lagoas, etc.) ou artificiais (albufeiras de barragens, albufeiras de colinas, etc.) e são frequentemente multifuncionais. A recarga de reservatórios artificiais é considerada uma retirada forçada e diferida de águas subterrâneas ou superficiais do ciclo da água [2].

Os países do sul da Europa, como a Espanha, Portugal e o sul de França, beneficiam de um clima mediterrânico semi-árido que favorece a eficiência da agricultura de regadio em relação à agricultura de sequeiro. A rega é frequentemente uma prática de longa data nestas regiões, representando a principal utilização da água. Entre 1990 e 2015, embora os défices hídricos das culturas se tenham intensificado em muitas partes da Europa, a captação de água para a rega diminuiu em todas as regiões (75%, 69%, 51% e 12%, respetivamente, para a Europa Oriental, Setentrional, Ocidental e Meridional) [11].

Esta redução na captação de água para a rega pode ser atribuída a uma variedade de fatores, incluindo políticas históricas, seleção de culturas e tecnologias de gestão da água melhoradas. Além disso, um ponto levantado durante a entrevista para a redução do consumo de água, o outro grande incentivo para a digitalização da rega é a melhoria da qualidade do produto. Os incentivos políticos para tecnologias de gestão da rega mais eficientes e o desenvolvimento de infraestruturas de abastecimento de água podem desempenhar um papel crucial na redução da captação de água, especialmente à luz dos desafios colocados pelas alterações climáticas [11].

A digitalização da rega representa uma esperança considerável para a gestão sustentável da água. Permite-nos maximizar a eficiência deste recurso, reduzir o desperdício e antecipar melhor as situações de escassez, contribuindo simultaneamente para uma agricultura mais respeitadora do ambiente e mais resiliente face aos desafios climáticos.

1. Perfil da agricultura por região, contexto e principais intervenientes

França

Pormenores do inquérito disponíveis no Anexo 1.

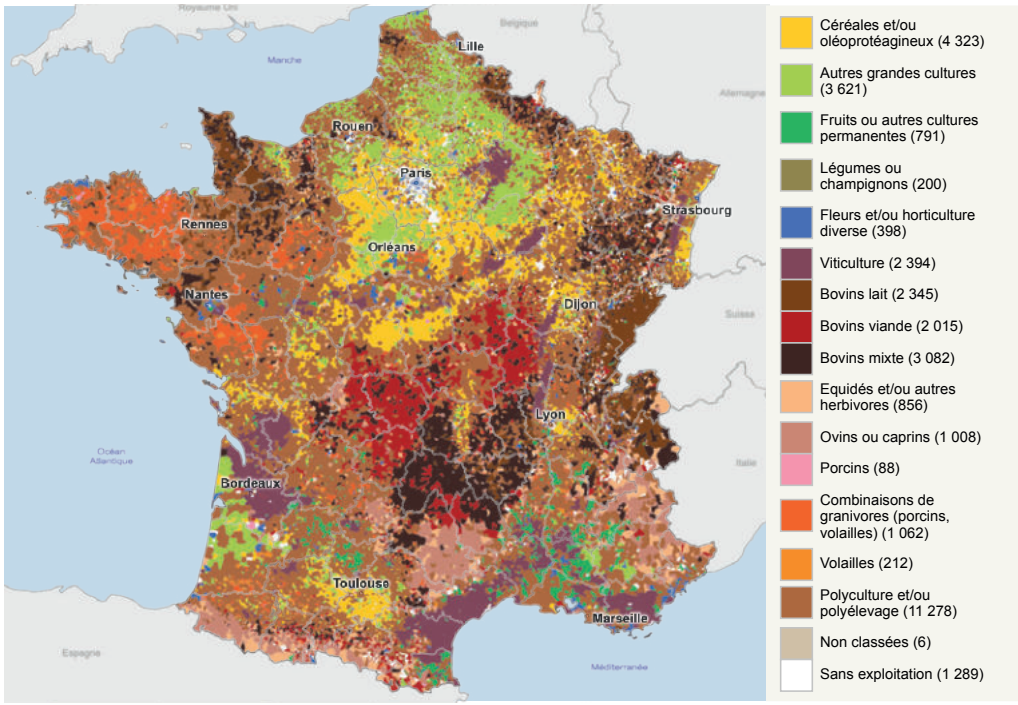


Figura 2: Mapa de França e utilização dos solos por principais categorias agrícolas.

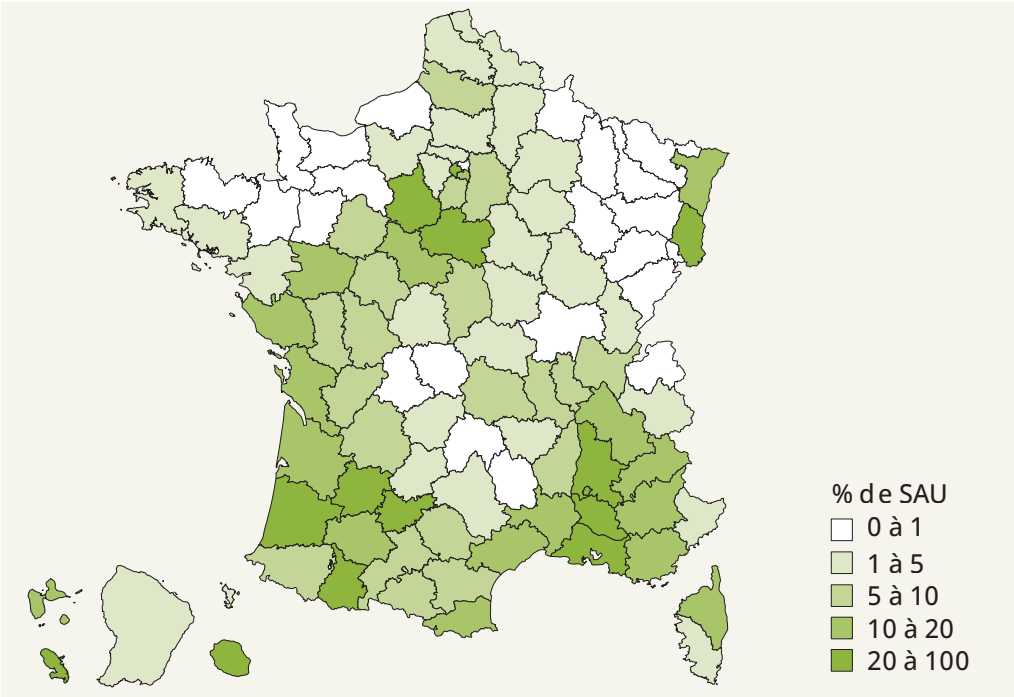
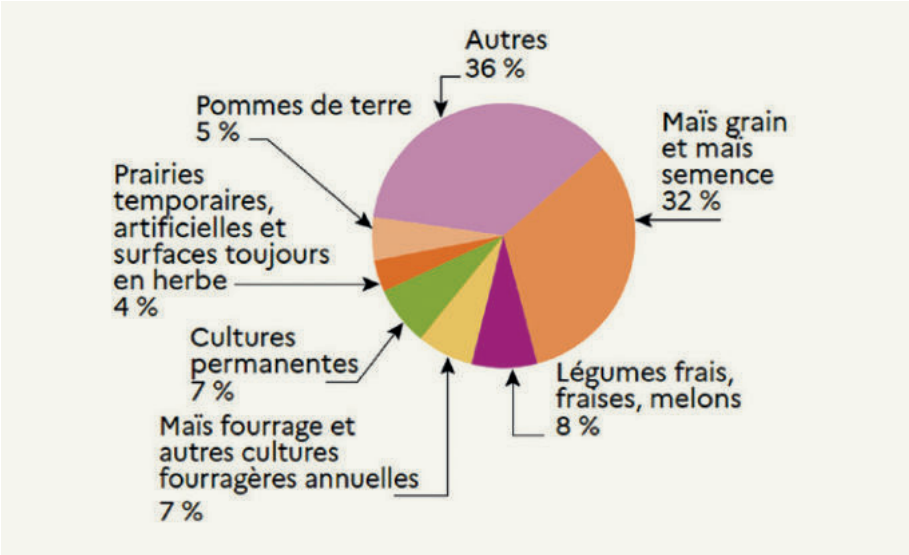


Figura 3: Mapa de França e proporção da superfície regada na superfície agrícola.

Figura 4: Diagrama da distribuição das superfícies regadas segundo as culturas.



As captações de água para todas as actividades agrícolas em França são da ordem dos 5 mil milhões de metros cúbicos por ano, representando 60% das captações totais, ou seja, 3 mil milhões de metros cúbicos por ano. O recurso total disponível em França é de 175 mil milhões de metros cúbicos por ano [10].

Uma grande parte da superfície agrícola utilizada (SAU) é ocupada pelas chamadas culturas de sequeiro, que não necessitam de ser regadas. Em 2020, em França, apenas 6,8% das terras agrícolas eram regadas, ou seja, menos de 1,8 milhões de hectares (em 2010, a percentagem era de 5,8%), com uma distribuição bastante desigual no país [9]. Os níveis de áreas regadas variam muito de região para região, consoante as culturas praticadas, os métodos de rega utilizados e o equipamento hidráulico das explorações. Em 2020, as explorações de hortícolas e ornamentais são as mais equipadas com sistemas de rega (51% das explorações), sendo as culturas de milho as que ocupam mais áreas regadas (38%), seguidas do trigo (12%) e dos produtos hortícolas frescos, morangos e melões (9%). A alteração das condições climáticas levou os agricultores a equiparem-se mais, com um aumento médio da área regada de 23% entre 2010 e 2020 [9].

A Occitânia e a Nova Aquitânia são os pilares da agricultura francesa, uma das principais regiões agrícolas francesas em termos de superfície e a outra a principal região agrícola em termos de volume económico. No seu conjunto, a Occitânia e a Nova Aquitânia representam cerca de 30% da superfície agrícola utilizada (SAU) de França, o que faz delas as duas principais regiões agrícolas do país. Estas regiões beneficiam de uma variedade de condições climáticas e de solos que favorecem uma grande diversidade agrícola.

Figure 5: Identidade agrícola e hídrica da Occitânia e da Nova Aquitânia em 2023

Principais Culturas	Forrageiras, cereais, oleaginosas, vinha, proteaginosas e leguminosas - DRAAFNA - DRAAFOcc
Área Agrícola (ha)	7.2 milhões (3M Occ, 4.2M NA) - CAOcc, CANA
Área Regada (ha)	700,000 (300,000 Occ, 400,000 NA) - DRAAF Occ, DRAAFNA
% culturas de regadio em Occ e NA	Occ 10-12% DRAAFOcc / NA 11% DRAAFNA
Culturas mais regadas	Milho em grão, milho para sementeira e trigo mole Agreste
Precipitação Média (mm)	780, Bilan hydrologique des sols

O sudoeste de França concentra um vasto leque de atores especializados na gestão da água para a agricultura: Para a Investigação, o INRAe em Montpellier e a unidade de investigação Mixt UMR G-Eau, vários institutos técnicos (Vinha, Culturas anuais, F&V) e uma vasta gama de empresas, quer fabricantes de equipamentos, fornecedores de soluções e gestores de água (Agralis Service), quer empresas inovadoras e startups (Fruition Science, ITK). Muitos projetos de inovação foram conduzidos na região. Entre outros, DISP'EAU, PRECIEL com o objetivo de desenvolver soluções digitais para a gestão da água a nível piloto (DISP'EAU) ou a nível territorial (PRECIEL). Ultimamente, o EDIH occitanIA centra-se na transformação digital em sectores como a agricultura e é uma iniciativa regional que reúne todos os intervenientes da região para desenvolver soluções adequadas.

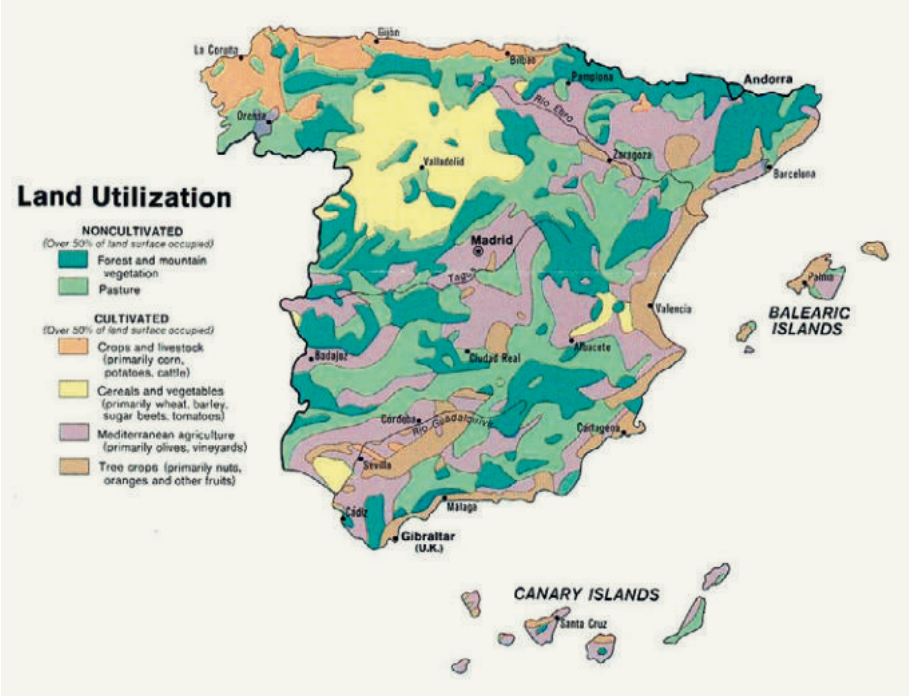
Figure 6: Cartografia das referências, dos projetos e iniciativas e dos principais intervenientes na Occitânia e na Nova Aquitânia em 2023.

Principais referências	• **Serra-Wittling, C.**, (2017). Evaluation of plot-based water savings achievable by modernising irrigation systems. https://reseau-eau.educagri.fr/files/EvaluationDesEconomiesDeauALaParcelleRe_fichierRessource1_rapport_efficience_irrigation.pdf • **Serra-Wittling, C.**,. (2022). Guide pratique de l'irrigation - 4th edition. Editions Quae https://guide-irrigation.g-eau.fr • **Ministry of Agriculture, 2024**. Occitania, a laboratory for rethinking water uses https://agriculture.gouv.fr/loccitanie-un-laboratoire-pour-repenser-les-usages-de-leau • **Ministry of Agriculture, 2024.** Occitania, a laboratory for rethinking water uses https://agriculture.gouv.fr/loccitanie-un-laboratoire-pour-repenser-les-usages-de-leau • **Aspexit, 2023.** Water management and digital technologies in agriculture https://www.aspexit.com/gestion-de-leau-et-technologies-numeriques-en-agriculture/#Observer_et_Mesurer
Principais projectos e iniciativas	• **EDIH OccitanIA** - Digital transformation in the Occitanie Region (2023-2026) • **DISP'EAU (FUI)** - Innovative service for Vineyard Irrigation monitoring (2009-2013). • **PRECIEL (FUI)** - Water diagnosis and crop yield forecasting - (2015-2020) • **IRRI-ALT'EAU** - Reuse of treated wastewater, as an alternative to the system of agricultural watering of vines (2013-2018) • **Tai-Oc (CACG)** Agro-ecological transition and irrigation in Occitania (2022-2027) • **Log'au (Géomatys)**, (2024-2026) • **Hydropolis**, bringing together the forces of water research in Montpellier
Principais interve-nientes	• **Investigação**: Inrae, Institut Agro, UMR G-Eau, EACC Chair, Bordeaux Science Agro • **Centros técnicos:** IFV, ARVALIS, CTIFL, CTELim • **Empresas**: Fruition Science, ITK, CACG, BRL, ARTERRIS, Vegetal Signal, CACG, ACMG, Agralis Service, Maïsadour, Euralis

Espanha

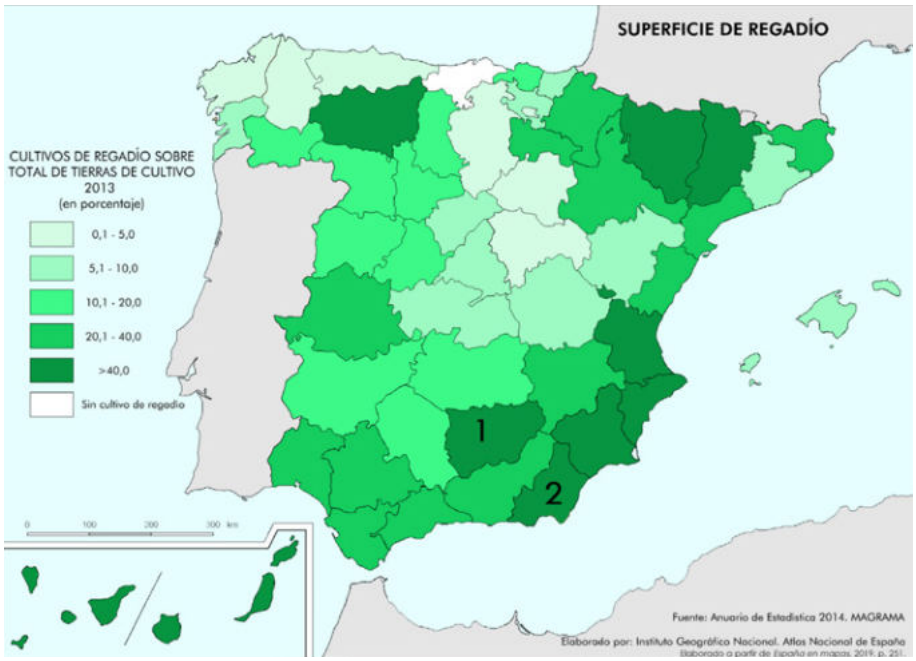
Pormenores do inquérito disponíveis no Anexo 2.

Figura 7: Mapa de Espanha e distribuição agrícola.



Fonte (2020): https://maps-spain.com/maps-spain-geography/spain-agriculture-map

Figura 8: Distribuição das culturas agrícolas de regadio em Espanha.



Fonte (2020): https://geoanacob.wordpress.com/wp-content/uploads/2022/02/image.png

Na Andaluzia (And), em Múrcia (Mc), em Castela e Leão (CL), em Castela-La Mancha (CM), na Estremadura (Ex) e na Catalunha (CT)

- **A Andaluzia** é a região com a maior área regada de Espanha, atingindo aproximadamente 1,12 milhões de hectares, o que representa cerca de 29% do total nacional. Predominam os olivais e as culturas de frutas e legumes, especialmente nas províncias costeiras.

- **A Região de Múrcia** tem uma área regada aproximada de 175.601 hectares. Este número reflete a importância da rega numa região com um clima particularmente árido, onde a agricultura depende significativamente da rega para sustentar a sua produção agrícola. Devido ao seu clima árido, a região centra-se nas frutas e legumes, com uma grande produção de alface, melão e citrinos.

- **Castela y León** tem uma área regada de 451.989 hectares. Apesar de ser uma região predominantemente cerealífera e de sequeiro, desenvolveu uma importante infraestrutura de regadio para complementar a sua produção agrícola. Predominam os cereais de regadio, como o milho e a beterraba sacarina.

- **Castela-La Mancha** é a segunda comunidade autónoma em termos de superfície regada, com 582.767 hectares. Esta utilização extensiva da rega é um reflexo da adaptação da região a uma agricultura intensiva e diversificada. Culturas predominantes: Vinha, olival e milho.

- **A Extremadura** tem uma área regada de 256.887 hectares, o que representa cerca de 30% da área agrícola total da região. Embora a principal cultura seja o olival, a produção de cereais, estando também a produção de frutos e vinho bem representada.

- O sector agrícola da **Catalunha** depende fortemente da rega, especialmente em regiões como Lleida e Baixo Ebro, onde o acesso à água é vital para a produção de frutas e legumes. A Catalunha tem cerca de 275.000 hectares de terras regadas, o que representa cerca de 30% da área cultivada da região. Só em Lleida, são cerca de 160.000 hectares, especialmente vocacionados para as fruteiras, como a maçã, a pera e o pêssego.

Figura 9: Identidade agrícola e hídrica da Andaluzia, Múrcia, Castela e Leão, Castela-La Mancha, Extremadura e Catalunha em 2023.

Principais Culturas	Olival, vinha, cereais, fruteiras e hortícolas
Área Agrícola (ha)	13.04 milhões (ESYRCE-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2023) And : 3 529 743 ha Mc: 466 453 ha CL: 3 542 091 ha Ex: 1 001 535 ha CT: 815 317 ha CM: 3 677 532 ha

Superfície Regada c/ Estufas (ha)	2.79 milhões (ESYRCE-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2023) And: 1 057 191 ha Mc: 177 916 ha CL: 456 620 ha Ex:256 877 ha CT: 252 548 ha CM: 593 319 ha
% culturas de regadio em Espanha	22
Culturas mais regadas	Olival, cereais, fruteiras, vinhas e hortícolas
Precipitação média (mm)	537

Figura 10: Mapeamento de referências, projetos e iniciativas e principais intervenientes em Espanha.

Principais referências	• Gómez, J. M. (2019): "Modernización de regadíos en España: experiencias de control, ahorro y eficacia en el uso del agua para riego", in AGUA Y TERRITORIO, 13, pp. 69-76, Universidad de Jaén, España. https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3972 • González, J., Sillero, J. A., González, J. J., Hormaza, J. I y Ruíz, J. D. (2023): "Técnicas experimentales para el control de la optimización y recursos hídricos en el contexto del sur de España", in Geografía: Cambios, Retos y Adaptación, pp. 1165-1172. https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/27727 • Berbel, J. y Espinosa-Tasón, J. (2021): "La gestión del regadío ante la escasez del agua: el caso de España", in J. Melgarejo, M. I. López-Ortiz y P. Fernández-Aracil (Ed.) "INUNDACIONES Y SEQUÍAS. Análisis Multidisciplinar para Mitigar el Impacto de los Fenómenos Climáticos Extremos", pp. 411- 416. https://helvia.uco.es/handle/10396/21877 • Velasco-Muñoz J.F., Aznar-Sánchez J.A., López-Felices B. y Balacco G. (2022): "Adopting sustainable water management practices in agriculture based on stakeholder preferences", in Agricultural Economics - Czech, 68 (9), pp. 317-326. https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/14897/203_2022-AGRICECON_Final.pdf?sequence=1 • Sánchez, J. I. (2020): "Los regadíos ante el cambio climático", in J. Berbel (Ed.) "Externalidades positivas del regadío", Federación Nacional de Comunidades Regantes de España, pp. 79-91. https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/22204 • Cámara-Campos, E., Oliva-Menoyo J., Badal E. y Bonet, L. (2023): "La digitalización en la agricultura de regadío", in L'Agrària Revista de información técnica, 4, pp. 5-10. https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8750 • Trillo Guardia, C. (2023). Hacia una digitalización sostenible del regadío. Cámara Insular de Aguas de Tenerife. https://www.camaradeaguas.com/hacia-una-digitalizacion-sostenible-del-regadio/

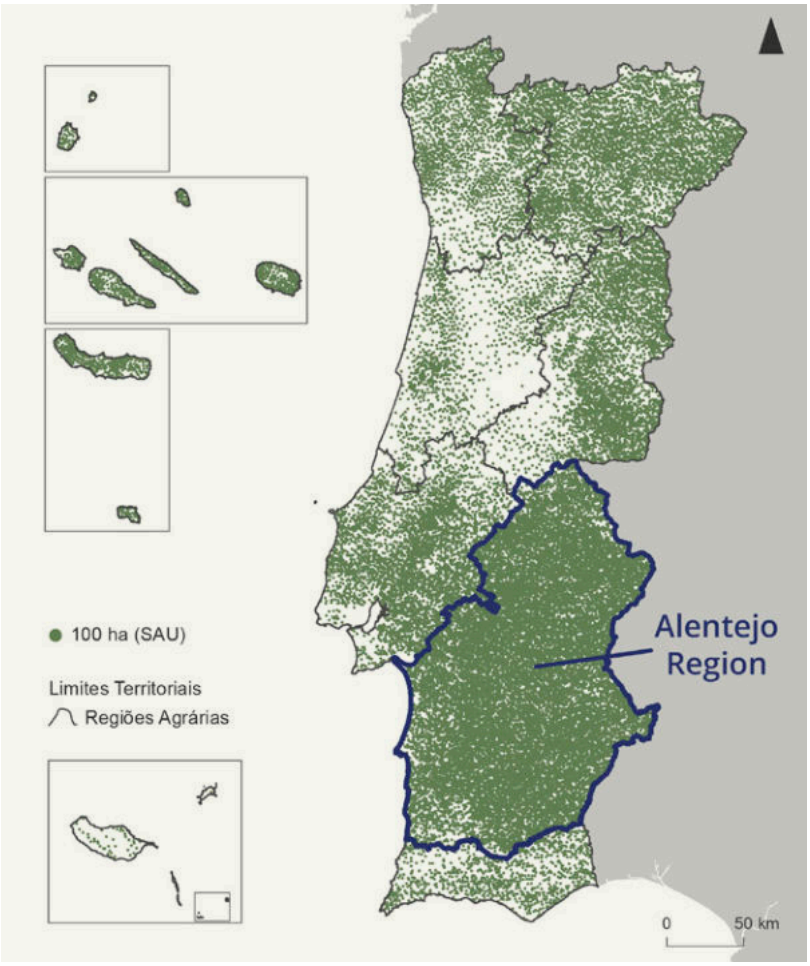
Principais referências	• Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023). Las bases del PERTE de digitalización del ciclo del agua para regadío. https://www.camaradeaguas.com • Lamo, J., & Garrido, A., (2024). Regadío y Seguridad Alimentaria. La situación en España. Edición: Cajamar Caja Rural. • Dossier Técnico 107. Agricultura de precisión: aplicaciones en el riego • Dossier Técnico 121. Agricultura de precisión: aplicaciones en el riego. Casos prácticos • Dossier Técnico 65. Fertirrigación
Principais projectos e iniciativas	• **OREN** - Boosting European Rural Entrepreneurship (2022-2024): https://www.oren-project.eu/ • **Tech4Efficiency** (EDIH): (2023-2025) https://padih.eoi.es/edih/extremadura-edih-t4e-tech-efficiency • **APGEFERT** - Desarrollo de técnicas para mejorar la incorporación de la Agricultura de Precisión a la Gestión del Fertirriego en explotaciones frutales (2019-2020): https://apgefert.greenfield.farm/objetivos/ • **Grupo Operativo Cereal Agua** - "Transferencia, innovación y nuevas tecnologías para un cultivo de cereal en España más eficiente, rentable, sostenible y socialmente integrador" (2019-2021) https://www.chduero.es/grupo-operativo-cereal-agua • **IoT RUR** - Applying IoT and Big Data technologies to the digitalisation of the Spanish horticultural sector (2018-2020): https://ctaex.com/transferencia-tecnologica/GOS-IoT-RUR • **DIGIREG**. Digital support for precision control (2021-2024) • **COMREG4ET**. Cuantificación de los consumos de agua de los cultivos y predicciones de demandas de agua en las comunidades de regantes mediante la teledetección (2021-2024) • **HIBA- HUB IBERIA AGROTECH**, Interreg (1/7/2018 - 30/6/2023) : Digital irrigation for agriculture. https://hubiberiaagrotech.eu/ • **TIC4BIO**, (1/7/2018-30/6/2020) Digital platform for environmental improvements. https://tic4bio.ecovalia.org/ • **I-ReWater.** Gestión sostenible de los recursos hídricos en la agricultura de regadío en el espacio SUDOE • **WEAM4i** (Water & Energy Advanced Management for Irrigation) - Integración de tecnologías para la gestión eficiente del agua y la energía en el riego. • **GEDIER**, application de jumeaux numériques à des exploitations agricoles irriguées plus durables • **PECT Girona**, región sensible al agua. Proyecto de Especialización y Competitividad Territorial (PECT) • **SmartLand**: Conectividad y datos para la mejora de la gestión territorial del agua • **FertiTwin II** diseño de un sistema de fertiirrigación inteligente apoyado por un gemelo digital del cultivo.

Principais interve-nientes	• **Investigação**: CTAEX, CICYTEX, CETA Ciemat, CenitS, IRTA, Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), UCO, Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), Instituto de Ciencias Agrarias (ICA/CSIC), CETAQUA, Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA), Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), Agrotech-UPC, Instituto de Investigación Agraria y Pesquera de andalucía (IFAPA), ETSEAFIV. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agroalimentaria y Forestal y de Veterinaria de la Universidad de Lleida, EEABB. Escuela de Ingeniería Agroalimentaria y de Biosistemas de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña • **Centros técnicos:** INURA, COMPUTAEX, Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), • **Empresas**: Greenfield technologies, agrogestion extremeña, Uniatec riegos, servi riegos, acement riegos, agrocolor, TRAGSA, Regaber, VEGGA, Agropixel, LabFerrer, ITC Dosing Pumps, Aigües del Segarra Garrigues

Portugal

Pormenores do inquérito disponíveis no Anexo 3.

Figura 11: Distribuição da SAU em Portugal.



Fonte: INE, 2021. Recenseamento Agrícola Análise dos principais resultados -2019. Lisboa-Portugal, www.ine.pt (dados estatísticos-publicações)

Figura 12: Distribuição das culturas agrícolas permanentes em Portugal.

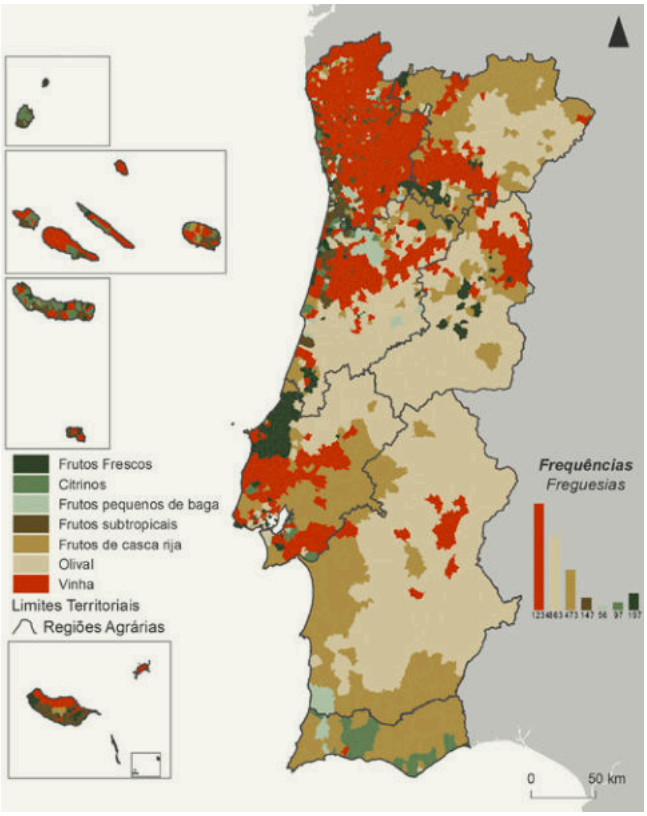
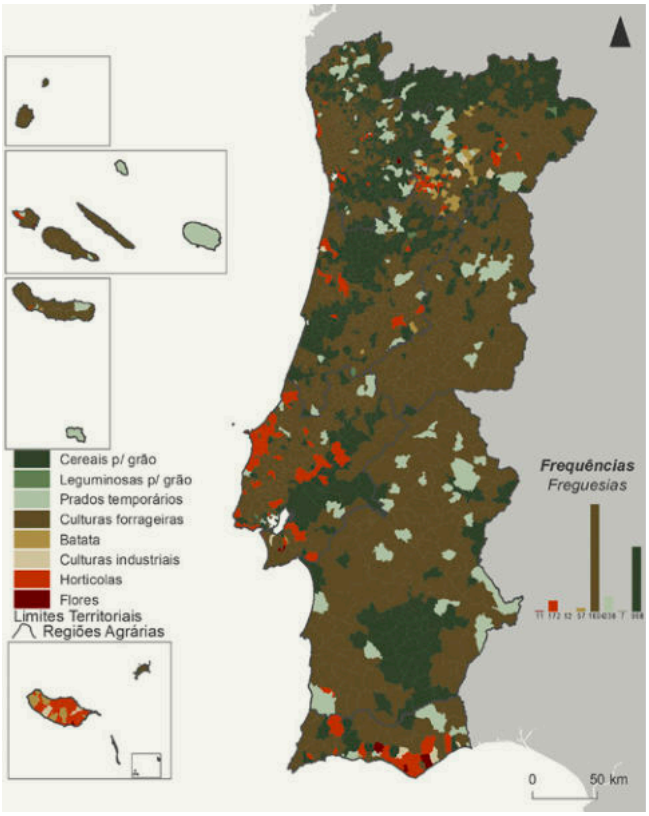


Figura 13: Distribuição das culturas temporárias agrícolas em Portugal.



Fonte: INE, 2021. Recenseamento Agrícola Análise dos principais resultados -2019. Lisboa-Portugal, www.ine.pt (dados estatísticos-publicações)

Figura 14: Identidade agrícola e hídrica do Alentejo.

Principais Culturas	Olival, frutos secos, vinhas e cereais
Área Agrícola (ha)	2 144 066 [6]
Área Regada (ha)	218 821 ha [6]
% Culturas Regadas Alentejo	10 % [6]
Culturas mais regadas	Olival, frutos secos, vinhas e cereais
Precipitação Média (mm)	Média no Alentejo 326 mm. Região com grandes variações, entre 184 mm no interior sul e 461 mm no centro. A estação da rede COTR com influência atlântica registou 336 mm (COTR, 2024).

O Alentejo, é uma região do Sul de Portugal que corresponde a um terço do território de Portugal Continental. A área irrigável de Portugal reportada pelo recenseamento agrícola em 2019 foi de 631 mil hectares, dos quais cerca de 37% se localizam no Alentejo, com destaque para as culturas permanentes, que representam 65% da área regada da região e 24% do país. As principais culturas permanentes são o olival, os frutos secos e a vinha. As culturas temporárias são os cereais e os prados.

Figura 15: Mapeamento de referências, projetos e iniciativas e principais intervenientes em Portugal.

Principais referências	• Inovação na agricultura (InovTechAgro, 2023) • Manual Agricultura Precisao (ajap.pt, 2009) • O uso da água em Portugal - Adopção de sistemas de rega mais eficientes (2020, Estudo-Gulbenkian.pdf) • Ficha Técnica: Adaptação do Regadio às Alterações Climáticas (COTR.pt, 2020) • Utilização de sensores de baixo custo para condução eficiente da rega (utl.pt, 2022) • Sistemas de rega - Análise do funcionamento de sistemas de rega (rederural.gov.pt) • Otimização de rega utilizando um modelo de aprendizagem, Caso estudo em Portugal (ScienceDirect, 2022) • Regadio de precisão: Manual de utilização de tecnologias de precisão em sistemas de aplicação variáveis (VRI) (terra-pro.net, 2021)
Principais projectos e iniciativas	• **HubIS** - Open innovation Hub for Irrigation Systems in Mediterranean agriculture (2020-2023) https://prima-hubis.org/ • **SmartAgriHubs** FIE 22 -Supporting to irrigation decisions using usable IT tools. (2019-2021) https://www.smartagrihubs.eu/flagship-innovation-experiment/22-fie-online-irrigation-portal • **WineWaterFootPrint** (2017-2019) WineWATER Footprint • "Conhecer para Prever o Futuro - Produção em contexto de Alterações Climáticas: Avaliar Necessidades Futuras de Adaptação nomeadamente à Disponibilidade de Água (2019-2022) • **PARE** - Plataforma de Avisos de Rega (2022-2024) • **AGIR** - Sistema de Avaliação da Eficiência do Uso da Água e da Energia em Aproveitamentos Hidroagrícolas (2017-2021) • **VinAzReg** - Boas Práticas de Gestão da Água para a Vinha e Olival, supported by Calouste Gulbenkian (2022-2023)
Principais interve-nientes	• **Investigación:** MED - Instituto Mediterrâneo para a agricultura, ambiente e desenvolvimento, CEBAL- Centro de biotecnologia agrícola e agro-alimentar do Alentejo, PACT - Parque do Alentejo de ciência e tecnologia • **Enseñanza:** University of Evora, Polytechnic Institute of Beja, Polytechnic Institute of Portalegre • **Empresas:** Aquagri, Hidrosoph, TerraPro, Hubel, Agroop

2. As questões levantadas em torno das soluções digitais e da gestão da rega

Procurámos compreender as questões associadas à gestão da rega e à utilização da tecnologia digital neste domínio. Por "questões", entendemos os grandes objetivos pretendidos e os problemas associados. As questões de inovação, ou seja, a necessidade de soluções inovadoras que ainda não existem, são tratadas no ponto 5.

Distinguimos aqui entre as "questões técnicas" associadas ao equipamento e às soluções digitais (ferramentas de apoio à decisão, sensores, etc.) e as questões "agronómicas" associadas às culturas e às necessidades das plantas.

Os resumos dos países destacaram questões muito semelhantes. Por conseguinte, foram tratadas e resumidas a seguir de forma transversal.

2.1 Questões técnicas

Atualmente, a região mediterrânica poderia poupar 35% de água se melhorasse significativamente os sistemas de rega e as infraestruturas de transporte. Uma pequena melhoria poderia resultar numa poupança de água de 10% [11].

Tipologia das estratégias de utilização das ferramentas digitais:

- **1º nível:** Nenhuma ferramenta, apenas rega baseada na experiência empírica → rega Sim/não
- **2º nível:** Aconselhamento de boletins técnicos e consultores agrícolas → rega Sim/não
- **3º nível:** Sensores instalados ao nível da parcela (humidade do solo e mais raramente na planta) → Quanto?
- **4º nível:** Ferramenta de apoio à decisão para a rega de precisão, incluindo o aspeto da qualidade → Quando?

As entrevistas permitiram identificar algumas tendências no que respeita às questões técnicas:

Um nível bastante baixo de adoção de soluções digitais
- De que estamos a falar?
- Que tipo de ferramentas digitais?
- Que culturas estão em causa?

Globalmente, o nível de adoção de soluções digitais é baixo, mas depende do equipamento considerado [8], [7]:
- Expansão do regadio, política pública (FR) que apoiou a renovação do equipamento para as culturas anuais (muito comum);
- Válvulas automatizadas, controlo remoto do sistema de rega (cerca de 30% da adoção);
- Sensores de humidade para determinar a disponibilidade de água no solo e as necessidades hídricas das culturas (25%);
- Controlo DST (cerca de 20-40%)

Demonstrar o valor acrescentado das soluções digitais

Custo das soluções digitais. Os custos de implementação das tecnologias digitais parecem ser elevados. Entre estes contam-se os investimentos em sensores, sistemas de gestão de dados, software de modelação e infraestruturas de comunicação. É fundamental procurar soluções económicas, subsídios ou parcerias público-privadas para tornar estas tecnologias mais acessíveis aos agricultores.

Falta de uma análise clara do custo/benefício das novas soluções. O custo das soluções digitais deve ser comparado com os benefícios obtidos. O principal desafio na adoção de soluções digitais na gestão da rega é a falta de provas tangíveis do seu valor acrescentado. Os agricultores e os decisores têm muitas vezes dificuldade em avaliar objetivamente a relação custo/benefício destas tecnologias. É essencial desenvolver estudos de casos concretos e análises de ROI para demonstrar claramente os benefícios económicos e ambientais das soluções digitais.

Instalação, funcionamento, ferramentas intuitivas

A complexidade das soluções. O inquérito revelou que existem muitas soluções digitais no mercado, mas que muitas vezes não são adequadas (não respondem exatamente às necessidades) ou são demasiado complicadas de aplicar. Além disso, as soluções não são geralmente muito interoperáveis, o que significa que os agricultores têm de utilizar várias ferramentas diferentes e fazer "malabarismos" com os dados. Este é um grande obstáculo ao seu desenvolvimento.

Necessidade de formação? Falta de acesso a ferramentas avançadas e de capacidade de as interpretar corretamente. Os agricultores têm frequentemente um acesso limitado a ferramentas avançadas de gestão da água de rega e, mesmo quando as têm, podem não ter a formação necessária para as utilizar corretamente. A formação adequada é essencial para maximizar os benefícios destas tecnologias.

A necessidade de antecipar as necessidades de rega

Previsão e antecipação. A modelação digital e os dados das estações meteorológicas desempenham um papel fundamental na gestão da rega moderna. Permitem uma previsão exata das necessidades de água, através da integração de variáveis meteorológicas e dados históricos. Esta antecipação ajuda os agricultores a planificar a dotação de rega de forma mais eficiente, reduzindo o desperdício e otimizando a produção. Por exemplo, os modelos climáticos avançados podem prever a seca ou a precipitação, permitindo uma gestão proactiva da rega.

Tendências e análises. As estações meteorológicas e os sistemas de modelação também fornecem tendências a longo prazo, tornando possível monitorizar as alterações nas condições climáticas e na disponibilidade de água. Estes dados históricos e preditivos são cruciais para o desenvolvimento de estratégias da rega resilientes face às alterações climáticas, ajustando as práticas agrícolas para manter a produtividade e, ao mesmo tempo, conservar os recursos hídricos.

Ainda são muito poucas as ferramentas que o fazem. A modelação como ferramenta de antecipação e de previsão é ainda pouco explorada pelas empresas que oferecem soluções. As soluções mais disponíveis no mercado baseiam-se em factos e dados de um determinado momento. Apenas uma ou duas empresas se dedicam atualmente à modelização a longo prazo, que é menos precisa, mas permite uma visibilidade ao longo de um ano.

Eficácia e eficiência das infraestruturas e ferramentas de gestão

Dimensionamento do sistema de rega. O correto dimensionamento dos sistemas de rega é crucial para garantir uma distribuição uniforme e adequada da água. Sistemas mal dimensionadas podem levar a um consumo excessivo de água ou a uma rega insuficiente, com um impacto negativo no rendimento das culturas.

Infraestruturas envelhecidas e problemas de perda de água. As infraestruturas de rega envelhecidas contribuem significativamente para a perda de água. Canais fissurados, juntas defeituosas e bombas ineficientes são algumas das principais causas. A manutenção e a modernização das infraestruturas são frequentemente negligenciadas, agravando os problemas de fugas e desperdício de água [10].

Falta de eficiência do equipamento de rega. A eficiência do equipamento de rega é frequentemente inadequada devido a tecnologia obsoleta e à falta de atualização e ajustamento. Os aspersores ou sistemas de aspersão devem ser ajustados da mesma forma que os sistemas de pulverização de pesticidas, a fim de limitar a dispersão ou a deriva. Os sistemas de rega localizada, por exemplo, podem fazer uma utilização muito mais eficiente da água do que os métodos tradicionais.

Problemas ao nível dos equipamentos

Problemas de conetividade e falta de acesso aos dados. A falta de conetividade nas zonas rurais, que foi confirmada nos 3 países parceiros, limita a utilização de ferramentas digitais conectadas. Quando a rede telefónica não oferece cobertura suficiente, a utilização das ferramentas é atrasada e há falta de capacidade de resposta. A falta de uma rede pode ser ultrapassada através da instalação de redes dedicadas do tipo LoRaWan.

Falta de sensores diretos de stress hídrico. O stress hídrico das culturas é um indicador crucial para a gestão da irrigação, mas é uma medida difícil de obter. Para além da utilização de instrumentos como as câmaras de pressão, muito difíceis de implementar (medição do potencial hídrico foliar), o stress hídrico é medido indiretamente (no solo ou na planta). O resultado é uma estimativa do stress hídrico que pode não corresponder às necessidades reais da planta. Muitas vezes, não existem sensores diretos capazes de medir este parâmetro com precisão. A integração de tais sensores poderia melhorar a capacidade de resposta e a eficiência dos sistemas de rega.

Problemas com a fiabilidade das tecnologias de campo (sensores). As condições ambientais adversas, as falhas técnicas e a falta de manutenção podem reduzir a eficácia destes dispositivos. Uma sonda defeituosa ou incorretamente ajustada pode levar a uma falta de resultados ou a aproximações nas medições e decisões.

Gestão da água a que escala?

Ao nível da parcela implica sensores. A maioria das soluções digitais no mercado centra-se na gestão do stress hídrico e da gestão da rega ao nível da parcela. Esta é uma primeira dificuldade em si mesma, pois pressupõe a disponibilidade de sensores que forneçam uma medição representativa da parcela, e poucos agricultores estão ainda equipados com todos os sensores necessários. Isto significa desenvolver (e multiplicar) soluções de aquisição de dados, de baixo custo e robustas a nível local mas pouco fiáveis, e desenvolver soluções para extrapolar medições geograficamente próximas. As abordagens de teledeteção podem, em certa medida, compensar (ou complementar) a falta de exaustividade espacial das medições pontuais. A partilha de dados é uma questão importante para uma melhor utilização dos dados existentes e para evitar a multiplicação de sensores.

Para uma abordagem territorial da gestão da água. No entanto, o inquérito revelou a necessidade de trabalhar a uma escala maior, ao nível da zona agrícola ou da bacia hidrográfica. O objetivo já não é satisfazer uma necessidade individual, mas sim dispor de ferramentas para gerir os recursos hídricos disponíveis para um grupo de agricultores: caraterizar a necessidade global, o calendário dos fatores de produção necessários e a distribuição dos turnos de água num quadro de sustentabilidade.

Custo energético da rega, a despesa principal

A energia é a maior despesa para a rega. Antes do custo do equipamento e do próprio custo da água. O inquérito revelou a necessidade de estabelecer claramente o custo associado à rega e de trabalhar com equipamentos energeticamente eficientes e em sistemas globais de otimização energética.

O conceito de "nexo alimentos-energia-água" assume aqui todo o seu significado. Os sistemas de produção agrícola devem ser otimizados no âmbito de uma abordagem global e integrada que vise a fixação de objetivos de produção que tenham em conta os recursos hídricos disponíveis, os seus custos de aquisição e o impacto ambiental que representam.

Para além da quantidade, falemos de qualidade

A rega como instrumento de gestão da qualidade dos produtos agrícolas. Embora a rega tenha sido tradicionalmente utilizada em termos quantitativos para assegurar (ou maximizar) os rendimentos da produção agrícola, está a ser cada vez mais considerada de um ângulo diferente para controlar a qualidade da produção. Esta abordagem é ainda recente na viticultura. As DSTs (por exemplo, Vintel da ITK) já não têm como objetivo compensar o stress hídrico da planta, mas sim manter um perfil de stress hídrico que seja favorável ao desenvolvimento da qualidade dos bagos e à tipicidade do vinho produzido.

Gestão da qualidade da água. A qualidade da água de rega (pH, salinidade, presença de contaminantes minerais ou biológicos) ainda é pouco controlada, por exemplo, quando provém de reservatórios temporários. Embora seja sempre possível (mas dispendioso e moroso) recorrer a um laboratório de análises. Devem ser desenvolvidas soluções inovadoras de sensores para a monitorização contínua da qualidade da água (direta ou indireta).

E quanto ao apoio financeiro e administrativo? A regulamentação e a burocracia podem atuar como barreiras à adoção de novas tecnologias de gestão da rega. A simplificação dos procedimentos administrativos e a oferta de incentivos financeiros podem encorajar os agricultores a modernizar o seu equipamento.

Os incentivos políticos a favor das tecnologias de poupança de água e o desenvolvimento de sistemas eficientes de abastecimento de água podem ajudar a reduzir a captação de água, não só atualmente, mas também no contexto das alterações climáticas. As autoridades públicas têm um papel a desempenhar.

2.2. Questões agronómicas

Novas necessidades na gestão da rega

As sucessivas secas e vagas de calor registadas nos últimos anos levaram a uma tomada de consciência generalizada na agricultura da necessidade de água para as culturas e dos limites dos recursos disponíveis. Algumas culturas (arboricultura, horticultura) já tinham uma longa experiência na gestão da rega, mas noutros casos é uma prática nova. É o caso da viticultura em França, onde a rega era muito restrita e mal vista pela profissão. A rega das vinhas já não é tabu em França e verifica-se que as novas plantações no sul de França estão agora normalmente equipadas com sistemas de rega.

As estratégias culturais e os itinerários técnicos habituais devem ser adaptados

Ao mesmo tempo, as práticas agrícolas e os itinerários técnicos devem ser revistos para adaptar certas culturas a este novo contexto. De facto, a situação varia muito de uma cultura para outra. As necessidades hídricas variam consideravelmente em função do tipo de cultura, do estádio de crescimento e das condições ambientais. Seria pertinente adaptar as culturas que requerem menos água às regiões onde a água é escassa. O olival em alta densidade é mencionado em Espanha e Portugal, por exemplo.

Adaptação dos itinerários técnicos para reduzir as perdas de nutrientes (lixiviação, drenagem)

As perdas de nutrientes por lixiviação e drenagem são grandes preocupações ambientais na agricultura. A lixiviação ocorre quando o excesso de água da rega desloca os nutrientes para camadas mais profundas do solo e, eventualmente, para as águas subterrâneas. Este facto pode levar à contaminação das águas subterrâneas e à depleção de nutrientes no solo. Os sistemas de drenagem, se não forem geridos corretamente, podem exacerbar a perda de nutrientes ao acelerar o movimento da água através do solo, transportando os nutrientes antes que as plantas tenham tempo de os absorver. Com um sistema de rega adaptado e controlado, as perdas de nutrientes podem ser minimizadas ou mesmo inexistentes.

A água é um recurso partilhado

A gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos é essencial para equilibrar as necessidades da agricultura e de outras utilizações, como o turismo. Em regiões sujeitas a secas e onde a água é um recurso cada vez mais escasso, é necessária uma abordagem fundamentada e equilibrada para garantir que todos os sectores utilizadores de água possam coexistir e prosperar sem comprometer a sustentabilidade dos recursos hídricos.

3. Barreiras e alavancas para a adoção de ferramentas digitais para a gestão da rega

Explorámos os obstáculos e as alavancas associadas à rega e à utilização da tecnologia digital neste domínio. Por "obstáculos", referimo-nos aos problemas identificados e às soluções correspondentes. Os resumos dos países revelam questões muito semelhantes, que abordámos e resumimos de forma transversal a seguir.

Obstáculos	Alavancas
Gestão controlada da água e infantilização; **Políticas de gestão da água** que impõem **restrições rigorosas** e introduzem **quotas** sem envolver os agricultores; **Falta de colaboração** **Os agricultores estão isolados** e não têm oportunidades de otimização e eficiência; **Falta de confiança entre os agricultores e as instituições públicas;**	**Gestão coletiva e capacitadora:** • **Participação ativa:** Incentivar os agricultores a desempenhar um papel ativo na gestão da água pode dar-lhes um sentido de responsabilidade e motivá-los a adotar práticas sustentáveis. • **Educação e formação:** A formação dos agricultores sobre os benefícios e a utilização de tecnologias de rega modernas pode facilitar a transição para métodos mais eficientes. **Construção com atores públicos:** • **Políticas inclusivas:** Desenvolver políticas de gestão da água em consulta com os agricultores e outras partes interessadas para garantir uma abordagem inclusiva adaptada às necessidades reais. **Apoio técnico e financeiro: A oferta de apoio técnico e financeiro para a adoção de tecnologias inovadoras pode ajudar a ultrapassar as barreiras económicas e técnicas.**
Investimento inicial elevado, mas valor acrescentado significativo; (eficiência hídrica, rendimento agrícola e redução dos custos operacionais) e, para os pequenos agricultores, acesso a financiamento e programas de **apoio** adequados.	**Divulgação e demonstração:** • **Casos de sucesso:** Destacar estudos de caso e projetos-piloto que demonstraram os benefícios tangíveis das modernas tecnologias de gestão da rega, tanto em termos de rendimento como de poupança de água. • **Demonstrações práticas:** Organizar visitas a explorações agrícolas ou dias abertos para permitir aos agricultores ver as tecnologias em ação e falar com colegas que já adotaram estas práticas. **Estimativa de custos e retorno do investimento:** • **Ferramentas de análise:** Desenvolvimento de ferramentas e software para calcular com exatidão os custos de instalação e funcionamento dos sistemas de rega, bem como o seu retorno do investimento a curto e longo prazo. **Subsídios e incentivos: Incentivar o investimento através de subsídios, créditos fiscais ou parcerias público-privadas para reduzir o custo de entrada e acelerar a adoção de tecnologias.**

Obstáculos	Alavancas

Conectividade das infraestruturas e falta de cobertura da Internet nas zonas rurais;	**Integración de infraestructuras de conectividad**
	• **Cobertura de Internet:** Desplegar soluciones de conectividad adecuadas, como banda ancha fija o móvil, en zonas rurales y agrícolas. Esto podría incluir:
	  • **El despliegue de soluciones de conectividad por satélite** en regiones donde las infraestructuras terrestres son limitadas.
	  • **Infraestructura de red de área local (LAN/WAN):** instalar redes de área local o amplia en las explotaciones agrícolas para conectar equipos y sistemas de gestión del agua y agricultura de precisión.

Falta de conhecimentos, de competências e de formação; **Complexidade da gestão, nomeadamente na viticultura;** **Controlo base: rega de precisão (tendo em conta a qualidade do produto agrícola)**	**Formação e assistência técnica:** • **Programas de formação:** Desenvolver programas de formação especializados para viticultores, com enfoque na gestão da rega, gestão do solo e adaptação às alterações das condições climáticas; • **Apoio técnico:** Criar uma rede de especialistas e consultores técnicos para prestar assistência contínua aos agricultores, ajudando-os a integrar as melhores práticas de gestão da rega nas suas explorações; • **Demonstrações e exemplos:** Organizar demonstrações de campo e visitas a explorações agrícolas exemplares para mostrar os benefícios das técnicas de gestão da rega otimizadas e o seu impacto na qualidade do produto; • **Campanhas de sensibilização:** Lançar campanhas de sensibilização para promover iniciativas de formação e os sucessos alcançados através de uma melhor gestão da água na viticultura; • **Complexidade do controlo:** O controlo da rega nas vinhas requer um conhecimento detalhado das necessidades hídricas das videiras, dos solos e das condições climáticas. A rega na vinha é muito menos conhecida do que a rega na arboricultura. • **Noção de stress hídrico e climático:** O coeficiente de utilização da água deve ter em conta tanto o stress hídrico (ligado à disponibilidade de água) como o stress climático (particularmente o stress térmico), o que torna a gestão da rega ainda mais complicada. **Estratégias e ferramentas de gestão da água, otimização dos coeficientes de utilização da água** • **Avaliação contínua:** Utilização de ferramentas e tecnologias de monitorização para acompanhar as necessidades hídricas das videiras em tempo real e ajustar a rega de acordo com as previsões meteorológicas e as análises do solo. • **Gestão adaptada:** Adoção de uma abordagem de gestão adaptada que integre dados sobre o stress hídrico e climático de modo a ajustar as práticas de irrigação de forma precisa e eficiente.

Obstáculos	Alavancas
Infraestruturas de rega envelhecidas e/ou obsoletas, tecnologia ultrapassada, elevado custo de renovação, manutenção frequente e dispendiosa.	• **Instalação de novo equipamento:** Substituir sistemas de rega obsoletos por tecnologias modernas, como a rega gota-a-gota, sistemas de controlo automatizados e sensores de solo; • **Renovação de sistemas de rega:** detetar e limitar as fugas; • **Programas de financiamento:** Introduzir subsídios, empréstimos preferenciais e incentivos fiscais para ajudar os agricultores a financiar a modernização das suas infraestruturas de rega e a pô-las a funcionar; • **Melhorar a eficiência das ferramentas**, ajustando-as para que tenham o melhor desempenho possível.
Necessidade de sensores específicos (stress hídrico direto das plantas e controlo da rega)	• Desenvolvimento de sensores adequados, robustos e de baixo custo; • Desenvolvimento de soluções multisensores.
A água é gerida a nível individual e não a nível coletivo/ territorial	• Inovação não técnica (novas formas de organização, CFE); • Deteção remota para uma abordagem territorial que meça as alterações nos recursos hídricos (RU); • Avaliação do ciclo de vida (LCA); • Ferramenta WASABI de energia-água; • Estratégia de gestão coletiva e conjunta; • Educação e sensibilização.
Interoperabilidade entre ferramentas	**Ferramentas ligadas** • APIs e interfaces de programação; • Interoperabilidade dos dados; • Sistemas centralizados. **Ferramentas simplificadas para os agricultores** • Interface de utilizador intuitiva; • Aplicações móveis e web; • Formação e apoio.

4. As necessidades de inovação

Desen-volvimento de Sensores	**Sensor de stress hídrico e térmico ao nível da planta:**
	• Medição do stress hídrico e do stress térmico ao nível da planta, fornecendo uma imagem precisa das condições de stress vividas pelas culturas;
	• Deteção precoce: Permite que as condições de stress sejam detetadas precocemente, possibilitando uma gestão da rega mais precisa e direcionada;
	• Otimização de recursos: Ajuda a ajustar as práticas de gestão da rega de acordo com as necessidades reais das plantas, otimizando a utilização da água e melhorando a saúde das culturas.
	Sensores de qualidade da água:
	• Avalia a qualidade da água de rega, medindo parâmetros como o pH, a condutividade elétrica, os níveis de salinidade e a presença de contaminantes;
	  • Sensores eletroquímicos: Medem o pH e a condutividade;
	  • Sensores óticos: Utilizados para detetar contaminantes específicos por absorção ou fluorescência;
	• Sensores para medir a quantidade exata de água distribuída.

Gestão territorial da água	**Deteção remota para medir alterações nos recursos hídricos (RU):**
	• Monitorizar e avaliar as alterações no consumo e disponibilidade de água em grandes áreas;
	• Monitorização contínua e análise das tendências a longo prazo.
	Ferramenta WASABI de energia-água:
	• Utilização desta ferramenta para avaliar a eficiência energética dos sistemas de gestão da água;
	• Otimização dos processos para reduzir os custos energéticos associados à extração, ao tratamento e à distribuição da água.
	Estratégia de gestão coletiva e agrupada (FCE, Funcionalidade e Economia Empresarial):
	• Parceria e cooperação:
	  • Promoção de uma abordagem coletiva que envolva todas as partes interessadas: governos locais, comunidades, empresas e organizações não governamentais;
	  • Incentivar a partilha de recursos e conhecimentos para uma gestão da água mais eficiente e sustentável.
	Abordagem "Living Lab" (Laboratório Vivo):
	• Desenvolver estratégias, implementar demonstradores e disseminar boas práticas.
	Ferramentas baseadas na deteção remota para a gestão da água a nível territorial.

Bibliografia

[1] Arvalis - Institut du végétal, *Les vrai-faux de l'irrigation*, June 2018.

[2] Aspexit, Leroux C., *Gestion de l'eau et technologies numériques en agriculture,* 2023.

[3] European environment agency, 2019, *The development of water abstraction since the 1990s,* https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/water-abstractions-for-irrigation-manufacturing

[4] European environment agency, 2009, *Water resources across Europe - Confronting water scarcity and drought*, EEA Report, EEA, Copenhagen, Denmark, p. 55.

[5] FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2015, FAO Statistical Pocket Book, World, food and agriculture, Rome.

[6] INE, 2021. Recenseamento Agrícola - Análise dos principais resultados -2019. Lisboa-Portugal, www.ine.pt (dados estatísticos-publicações)

[7] Les services de l'Etat dans les Landes, *Soutien aux investissements de solutions innovantes d'irrigation,* Les services de l'État dans les Landes

[8] Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire : *Renouvellement et développement des agro équipements nécessaires à la transition agroécologique et à l'adaptation au changement climatique* Agriculture Ministry site.

[9] Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires. L'irrigation des surfaces agricoles : *évolution entre 2010 et 2020*. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

[10] Witling C, Ruelle P. (coord.), 2022. *Guide pratique de l'irrigation* (4th ed.), Versailles, éditions Quae, 352p.

[11] Witling C, Baralla S, Dominguez IB, Drastig K, Ghinassi G, Guillot S, Nagy A, Nagy V, Popova Z, Topçu S., *Adaptation of irrigation to climate change in the European Union: actions taken by Member States to save water,* 2020, Sciences Eaux & Territoires 2020/4 (Issue 34), pages 8 to 17.

Anexos

Anexo 1: Resumo dos inquéritos em França.

Anexo 2: Resumo dos inquéritos em Espanha.

Anexo 3: Resumo dos inquéritos em Portugal.

Anexo 4: Publicações do DARP e do IRTA.

Anexo 1: Resumo dos inquéritos em França

França resumo dos inquéritos de análise territorial de nível 2:

Tipo de utilizadores inquiridos (por correio eletrónico e videoconferência):

- Consultores de rega: 15 (CRANA) + 1 (ASOI, Arterris);
  - Total: 16
- Conselhos de utilizadores de água: 2 (CRANA)
  - Total: 2
- Vendedores de equipamento de rega (Controlo e rega): 8 (CRANA) + 5 (ASOI, Géomatys, Fruition sciences, ITK, SUDEXPE, ABELIO)
  - Total: 11
- Institutos de investigação: 2
  - Total: 2
- Empresas de sementes: 4
  - Total: 4

Como é que as ferramentas digitais estão a ser utilizadas atualmente na gestão da rega ? Pelos agricultores, pelos consultores de rega?

Os agricultores e os conselheiros utilizam agora ferramentas digitais para controlar a gestão da rega, de modo a saberem exatamente quando esta se deve iniciar e parar em função do tipo de cultura e das condições do solo e do clima.

Regra geral, a utilização pelos agricultores continua a ser bastante baixa (menos de 10%) e mais elevada entre os consultores das Câmaras de Agricultura (pelo menos 70%).

Utilização pelos agricultores: adaptação e antecipação das necessidades hídricas das plantas, minimizando os custos de rega;

Utilização pelos consultores da rega: gestão da rega para otimizar a eficiência da entrada de água nas plantas e otimizar a retirada de água dos meios aquáticos. Os consultores da rega das câmaras de agricultura utilizam sobretudo ferramentas digitais para produzir boletins de rega (conselhos técnicos sobre rega enviados sob a forma de boletins digital).

Exemplos de ferramentas utilizadas:

- AquaFox, para digitalizar o teor de água no solo medido por sondas capacitivas;
- Aqualis, para disponibilizar os dados digitalizados numa aplicação para smartphone.

Os agricultores valorizam a facilidade de interpretação da evolução da disponibilidade de água do solo ao longo do tempo, onde quer que o sensor esteja instalado. Os consultores da rega apreciam a possibilidade de monitorizar e seguir várias sondas com alertas.

Que ferramentas são mais utilizadas?

2 tipos principais de ferramentas: ferramentas de medição e ferramentas de modelação.

As ferramentas mais utilizadas são:

- Boletim de demanda climática via BRL;
- Estações meteorológicas automatizadas (Weenat, etc.);
- Acoplamento da estação meteorológica com sondas capacitivas ou sondas tensiométricas;
- Sistemas de medição da humidade do solo acoplados a sondas tensiométricas e/ou capacitivas.

Exemplo:

- AquaFox mais sondas capacitivas Sentek para medir e transferir dados de campo via Laura ou Sigfox para a nuvem (desenvolvido e comercializado pela Agralis);
- Aqualis para visualizar dados e curvas em smartphones (com previsões meteorológicas para o local).
  - Software de balanço hídrico como o Irrélys, Net-irrig, etc;
  - Ferramentas de modelação (ferramenta VINTEL da ITK).

Quais são os obstáculos à utilização da tecnologia digital?

Existem muitos obstáculos à utilização da tecnologia digital:

- **O custo das ferramentas**
  Embora exista ajuda financeira para a compra de ferramentas, os procedimentos administrativos para a obtenção de financiamento são, por vezes, morosos e o custo da apresentação de um pedido de financiamento não incentiva os agricultores a tomar as medidas necessárias.

- **O tempo necessário para controlar a rega e o ROI**
  Exemplo: para as sondas tensiométricas não ligadas, as leituras são efetuadas todas as semanas em cada uma das parcelas controladas. O período de rega é um período stressante não só para as plantas, mas também para os agricultores, com a gestão do equipamento de rega, reparações de eventuais avarias, restrições de água, etc. Muitas vezes, os agricultores não têm tempo para gerir tudo.

- **A perceção que o agricultor tem da terra**
  Se as medições não forem efetuadas nas parcelas HIS, os agricultores têm dificuldade em acreditar nos valores medidos, mesmo que as sondas estejam instaladas na mesma zona. Daí o interesse pela teledeteção por satélite, que permitiria efetuar trabalhos em todas as parcelas ao mesmo tempo e dar uma melhor representação espacial.

- **A complexidade dos sistemas,** que nem sempre são fornecidos chave na mão e são difíceis de instalar por serem demasiado tecnológicos para os agricultores.

- **Não interoperabilidade das ferramentas:** as pessoas têm diferentes OAD e serviços que não estão na mesma plataforma/aplicação (para ferramentas de controlo).

- **Os regulamentos, com os seus decretos que nem sempre são previsíveis, são, por conseguinte, difíceis de antecipar.**

Na sua opinião, quais são as alavancas de ação para acelerar a utilização da tecnologia digital?

- Facilitar o acesso dos agricultores à ajuda financeira combinada com procedimentos administrativos simples para a aquisição de ferramentas;
- Oferecer formação sobre a utilização das ferramentas, bem como dias de grupo com feedback dos agricultores que utilizam ferramentas digitais;
- **Ter acesso a apresentações das ferramentas** (disponíveis na WEB) que permitam visualizar as vantagens e desvantagens de cada ferramenta (rega controlada com as ferramentas, que valor acrescentado? -custo - contactos);
- **A utilização** de satélites;
- **Formação e aprendizagem**, especialmente no domínio da viticultura;
- **Bom senso agronómico** e conhecimentos de agronomia básica;
- **Gestão ótima da água disponível para o agricultor.**

Quais são as necessidades e que ferramentas são necessárias? Soluções digitais utilizadas para a rega e gestão da água?

- Ferramentas fáceis de utilizar, mas poderosas;
- Ferramentas conectadas e que poupam tempo;
- Racionalização dos recursos hídricos e dos utilizadores;
- Gestão territorial, satélite, mapeamento de territórios inteiros para gestão de bacias/rios;
- Mudanças nas práticas agrícolas;
- Mais estudos bibliográficos;
- Ferramentas facilmente acessíveis e de baixo custo.

O futuro reside provavelmente nos **mapas de interpretação de dados de teledeteção**, como o Mes Satim@ ges, para a gestão da fertilização. Mas isto continua a ser complicado de conseguir. No entanto, a Agralis testou a ideia ao desenvolver a ferramenta PRECIEL (utilizando dados de satélite de radar para determinar as necessidades hídricas do milho).

No que diz respeito à utilização de ferramentas como as sondas/sensores de humidade, é necessário adaptá-las às saídas de cada método de irrigação para contabilizar com precisão os volumes utilizados e gerir os parâmetros das ferramentas para conseguir uma verdadeira otimização adaptada ao volume utilizado (modelar corretamente o acompanhamento de uma cultura em função das suas necessidades, dos tipos de solo e das condições externas).

Quais são os problemas a resolver 1) de um ponto de vista agronómico 2) de um ponto de vista tecnológico

Do ponto de vista agronómico: consolidação da função hídrica do solo, nomeadamente em relação às necessidades dos modelos.

- Ferramentas que incluam o maior número possível de culturas. Por exemplo, não é possível calcular o balanço hídrico para certas culturas de regadio porque não se conhece o valor dos coeficientes de cultura.

- Ferramentas que possam ser utilizadas ao nível da exploração agrícola e não apenas num tipo de solo. Alguns agricultores têm tipos de solo muito diferentes. As propriedades do solo são diferentes, tal como a gestão da rega. Não é possível para um agricultor gerir tantas ferramentas digitais quantos os tipos de solo. Por isso, é necessária uma ferramenta bastante completa.

Do ponto de vista tecnológico:

- Cobertura eficiente da rede de transferência de dados ao mais baixo custo possível.

- É mais fácil encontrar especialistas em TI de alto desempenho e baixo custo para desenvolver aplicações que sejam fáceis de utilizar pelos agricultores e gestores.

- Construção de modelos de interpretação de imagens de teledeteção (imagens de satélite). A solução PRECIEL não encontrou utilizadores: falta de confiança na sequência dos reveses das soluções baseadas em imagens visíveis, que não funcionam quando há nuvens. O radar, pelo contrário, funciona em todas as condições climatéricas (uma pista a explorar).

Anexo 2: Resumo dos inquéritos em Espanha

Espanha resumo dos inquéritos de análise territorial de nível 2

Tipo de utilizadores inquiridos (pessoalmente, por videoconferência ou por correio eletrónico):

- Consultores de rega: 2 (DARP) + 1 (UPA) + 3 (Câmara Badajoz)
  - Total: 6
- Conselhos de utilizadores de água: 1 (DARP) + 8 (UPA)
  - Total: 9
- Vendedores de equipamento de rega (Controlo e Irrigação): 5 (DARP) + 7 (UPA) + 1 (Câmara Badajoz)
  - Total: 13
- Institutos de investigação: 1 (DARP) + 4 (UPA)
  - Total: 5
- Produtores agrícolas: 2 (DARP) + 100 (UPA) + 6 (Câmara Badajoz)
  - Total: 108

Como é que as ferramentas digitais estão a ser utilizadas atualmente na irrigação e na gestão da água? Pelos agricultores, pelos consultores de rega?

As ferramentas digitais estão a ser cada vez mais utilizadas na gestão da rega, embora a sua adoção varie significativamente entre agricultores e consultores.

Utilização pelos agricultores: Para muitos agricultores, particularmente os que trabalham em explorações de pequena e média dimensão, a adoção de ferramentas digitais é limitada devido a vários desafios, incluindo o custo, a falta de formação e as barreiras infraestruturais. No entanto, quando são utilizadas, as ferramentas digitais envolvem normalmente tecnologias básicas como temporizadores programáveis, sensores de humidade e imagens de satélite para monitorizar a saúde das culturas e as necessidades hídricas. Estas ferramentas ajudam os agricultores a otimizar a utilização da água e a melhorar o rendimento das culturas, mas a sua aplicação é frequentemente limitada pela familiaridade dos agricultores com a tecnologia e pela viabilidade económica de sistemas mais avançados. Por exemplo, na Catalunha, muitos agricultores têm acesso a programadores da rega, mas muitas vezes subutilizam-nos devido a uma falta de compreensão ou de confiança na tecnologia;

Utilização por consultores de rega: Por outro lado, os consultores de rega e os prestadores de serviços técnicos são mais propensos a utilizar ferramentas digitais sofisticadas para apoiar os seus clientes. Estes profissionais utilizam ferramentas como soluções IoT para monitorizar o fluxo de água, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para gerir calendários de rega e sensores avançados para recolha de dados em tempo real sobre a humidade do solo e as condições meteorológicas. Os consultores também desempenham um papel crucial ao ajudar os agricultores a interpretar os dados destas ferramentas e a integrar soluções digitais nas suas práticas agrícolas mais alargadas. Por exemplo, na Catalunha, os consultores da rega recomendam frequentemente e ajudam a implementar tecnologias como sensores de geada e humidade ligados a estações meteorológicas, que permitem uma gestão precisa da rega e do controlo de pragas.

Exemplos de ferramentas utilizadas: Na Extremadura, as ferramentas mais utilizadas pelos agricultores incluem temporizadores programáveis e sondas de humidade do solo, enquanto na Catalunha os consultores recorrem frequentemente a sistemas mais avançados, como o SIG e soluções de controlo de fluxo baseadas na IoT. Apesar destes avanços, a integração global das ferramentas digitais continua a ser desigual, com muitas ferramentas a serem utilizadas esporadicamente e não como parte de uma abordagem abrangente e integrada da gestão agrícola.

Que ferramentas são mais utilizadas?

As ferramentas digitais mais utilizadas na gestão da água de rega variam consoante a região e a escala das operações agrícolas. No entanto, certas ferramentas ganharam uma adoção generalizada devido à sua eficácia e acessibilidade.

Temporizadores programáveis e programadores de rega: Estas ferramentas estão entre as mais utilizadas, especialmente em pequenas e médias explorações agrícolas. Os temporizadores programáveis permitem aos agricultores automatizar os seus calendários de rega, otimizando a utilização da água com base em horários pré-determinados. Estas ferramentas são cruciais para garantir práticas de rega consistentes e eficientes, sem necessidade de intervenção manual constante. Por exemplo, na Extremadura, os temporizadores programáveis são frequentemente utilizados para gerir a rega, ajudando os agricultores a manter os níveis de água adequados sem grande trabalho manual.

Sensores de Humidade do Solo e Sondas de Humidade: Os sensores de humidade do solo e as sondas de humidade são ferramentas vitais para monitorizar o conteúdo de água do solo em tempo real. Estes sensores fornecem dados valiosos que ajudam os agricultores a decidir quando e quanto regar, evitando assim a sobre ou sob dotação. Na Catalunha, estes sensores são utilizados com frequência, especialmente em explorações agrícolas maiores e mais modernizadas, onde as práticas de agricultura de precisão são mais predominantes.

Imagens de satélite e deteção remota: As imagens de satélite, como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e o NDWI (Índice de Água por Diferença Normalizada), são amplamente utilizadas para monitorizar a saúde das culturas e avaliar o stress hídrico em grandes áreas. Estas ferramentas permitem aos agricultores e consultores monitorizar os campos à distância, identificando as áreas que requerem mais atenção. Na Catalunha, por exemplo, as tecnologias de deteção remota são utilizadas pelas comunidades de regantes para gerir melhor a distribuição da água em condições de seca.

Programadores de rega e contadores de água digitais: Nos distritos de irrigação mais modernizados, os programadores de rega são normalmente utilizados para a gestão remota dos sistemas de rega. Estas ferramentas permitem um controlo preciso da distribuição da água, reduzindo o desperdício e melhorando a eficiência. Os contadores digitais ajudam ainda a monitorizar a utilização da água e a ajustar as práticas de rega em conformidade.

Soluções IoT e GIS: Em regiões com infraestruturas mais avançadas, são utilizadas soluções de Internet das Coisas (IoT) e Sistemas de Informação Geográfica (GIS) para controlar e monitorizar o fluxo de água nas redes de irrigação. Estas ferramentas fornecem dados detalhados que ajudam a otimizar a utilização da água em grandes distritos de irrigação. Na Catalunha, os dispositivos IoT são utilizados para monitorizar os caudais de água e os SIG são utilizados para controlar os programas de rega e gerir a distribuição de água de forma eficiente.

Exemplos: Na Catalunha, muitos agricultores confiam em programadores de rega e sistemas GIS para gerir a distribuição de água, enquanto na Extremadura são mais comuns ferramentas mais simples, como temporizadores programáveis e sondas de humidade. Apesar da diversidade de ferramentas disponíveis, a adoção de tecnologias mais avançadas continua a ser limitada por fatores como o custo e os conhecimentos técnicos necessários para as utilizar eficazmente.

Quais são os obstáculos à utilização da tecnologia digital?

A adoção da tecnologia digital na gestão rega enfrenta várias barreiras significativas, particularmente entre as pequenas e médias explorações agrícolas. Estas barreiras podem ser agrupadas em desafios económicos, educacionais, infraestruturais e culturais.

Barreiras económicas: O elevado custo das tecnologias digitais é um dos obstáculos mais significativos. Os pequenos agricultores, em particular, têm dificuldade em suportar o investimento inicial necessário para ferramentas como sensores, sistemas de deteção remota e controladores de rega automatizados. Este encargo financeiro é um grande impedimento, especialmente quando o retorno do investimento não é imediatamente evidente, como se verifica em regiões como a Extremadura e a Catalunha.

Barreiras educativas e de formação: Muitos agricultores não possuem os conhecimentos técnicos e a formação necessários para utilizar e interpretar eficazmente as ferramentas digitais. Esta lacuna é particularmente grande entre os agricultores mais velhos, que podem estar menos familiarizados com a tecnologia moderna. A falta de programas de formação que possam ajudar os agricultores a compreender e a utilizar estas ferramentas agrava ainda mais o problema. Por exemplo, na Catalunha, apesar da disponibilidade de ferramentas digitais, a sua utilização é muitas vezes ineficaz porque muitos agricultores não compreendem bem como integrar estas ferramentas nas suas operações diárias.

Barreiras infraestruturais: A fraca conetividade à Internet nas zonas rurais é outro obstáculo crítico à utilização efetiva das ferramentas digitais. Muitas tecnologias digitais dependem de ligações estáveis à Internet para a recolha de dados em tempo real e a gestão remota, que muitas vezes não estão disponíveis ou não são fiáveis nas regiões agrícolas. Este problema é particularmente acentuado em zonas como a Estremadura, onde a conetividade rural é limitada, dificultando a adoção mais generalizada de soluções digitais.

Barreiras culturais: A resistência à mudança é também um obstáculo significativo. Alguns agricultores consideram a digitalização desnecessária ou demasiado complexa em comparação com os métodos tradicionais de agricultura. Em regiões onde existe um forte apego às práticas agrícolas convencionais, esta resistência cultural pode abrandar significativamente a adoção de ferramentas digitais. Além disso, existe frequentemente desconfiança quanto à fiabilidade e eficácia destas tecnologias, o que limita ainda mais a sua utilização.

Exemplos: Na Catalunha, mesmo com subsídios que cobrem até 100% dos custos de digitalização, continua a haver relutância em adotar estas tecnologias devido a inadequações infraestruturais e à resistência cultural. Na Extremadura, o envelhecimento da população agrícola e a falta de renovação geracional dificultam ainda mais a transição para práticas agrícolas digitais.

Na sua opinião, quais são as alavancas de ação para acelerar a utilização da tecnologia digital?

Para acelerar a adoção da tecnologia digital na gestão da água de rega, as partes interessadas de diferentes regiões identificaram várias alavancas de ação. Estas ações são cruciais para ultrapassar as barreiras que atualmente limitam a utilização generalizada de ferramentas digitais.

Formação e Capacitação: Uma das ações mais importantes é melhorar a educação e a formação disponíveis para os agricultores. Ao oferecer programas de formação abrangentes e demonstrações práticas, os agricultores podem compreender melhor os benefícios das ferramentas digitais e a forma de as utilizar eficazmente. Isto é especialmente

importante para os agricultores mais velhos, que podem estar menos familiarizados com a tecnologia moderna. Os programas de formação devem centrar-se na simplificação da utilização destas ferramentas para as tornar mais acessíveis e fáceis de utilizar.

Apoio financeiro e incentivos: A prestação de assistência financeira através de subsídios, subvenções ou empréstimos a juros baixos pode reduzir significativamente as barreiras económicas à adoção de tecnologias digitais. Estes incentivos financeiros são particularmente vitais para as pequenas e médias explorações agrícolas, que frequentemente se debatem com os elevados custos iniciais associados às ferramentas digitais. Em regiões como a Estremadura e a Catalunha, as partes interessadas sublinharam a necessidade de apoio financeiro específico para incentivar o investimento em tecnologias digitais.

Melhoria da conetividade rural: A melhoria das infraestruturas da Internet nas zonas rurais é essencial para apoiar a utilização de tecnologias digitais que dependem de dados em tempo real e da gestão remota. Garantir um acesso fiável à Internet em todas as zonas agrícolas eliminaria um importante obstáculo à adoção destas ferramentas. Uma melhor conetividade permitiria uma utilização mais eficaz dos dispositivos IoT, da teledeteção e de outras ferramentas digitais que requerem um acesso estável em linha.

Promoção e sensibilização: Aumentar a sensibilização para os benefícios da tecnologia digital através da divulgação de histórias de sucesso e de projetos de demonstração pode ajudar a criar confiança e interesse entre os agricultores. A apresentação de resultados tangíveis, como o aumento da eficiência ou a redução de custos, pode motivar mais agricultores a adotar estas tecnologias. Na Catalunha, a integração de ferramentas digitais em segmentos verticais da cadeia alimentar foi destacada como uma forma de promover a sua utilização.

Simplificação e integração das ferramentas digitais: O desenvolvimento de ferramentas digitais mais intuitivas e fáceis de utilizar é crucial para aumentar a sua adoção. As ferramentas que são interoperáveis com outros sistemas e simplificam o processo de tomada de decisões têm mais probabilidades de serem adotadas pelos agricultores. Além disso, garantir que essas ferramentas estejam bem integradas nas práticas agrícolas existentes ajudará a tornar a tecnologia digital uma opção mais atraente para os agricultores que podem hesitar em adotar novos métodos.

Apoio político e regulamentar: Os governos e as autoridades locais podem desempenhar um papel fundamental estabelecendo políticas que incentivem a adoção de tecnologias digitais. Isto pode incluir a definição de normas para a utilização de ferramentas digitais, a oferta de incentivos fiscais ou mesmo a imposição de regulamentos que promovam a conservação da água através de meios digitais. Por exemplo, a promoção da modernização dos sistemas de rega em regiões como a Catalunha poderia naturalmente levar a uma maior digitalização.

Quais são as necessidades e quais são as ferramentas necessárias?

A adoção da tecnologia digital na gestão da água de rega exige que se dê resposta a várias necessidades críticas e que se assegure a disponibilidade das ferramentas certas para apoiar os agricultores e os profissionais do regadio. Estas necessidades e ferramentas são essenciais para melhorar a eficiência, reduzir os custos e reforçar a sustentabilidade das práticas agrícolas.

Necessidades:

1. **Gerar e gerir dados de qualidade:** Uma das principais necessidades identificadas é a geração de dados contínuos e de alta qualidade. Os agricultores e os consultores de rega necessitam de dados fiáveis sobre vários parâmetros agronómicos, tais como a humidade do solo, condições meteorológicas e utilização da água,

para tomarem decisões informadas. Estes dados devem ser mantidos ao longo do tempo e integrados nos sistemas de gestão agrícola para serem verdadeiramente úteis. Além disso, são necessárias melhores ferramentas para explorar e analisar estes dados, a fim de otimizar a utilização da água e melhorar a eficiência.

2. **Formação e apoio:** Os agricultores precisam de formação abrangente para compreender e utilizar eficazmente as ferramentas digitais. Isto inclui não só a formação básica sobre como utilizar estas ferramentas, mas também o apoio contínuo para os ajudar a interpretar os dados e a tomar decisões com base neles. Sem formação adequada, mesmo as ferramentas mais avançadas podem ser subutilizadas. Além disso, o apoio de consultores agrícolas, como os fornecidos por organizações como o Gabinete do Regante na Catalunha, é fundamental para orientar os agricultores no processo de digitalização.

3. **Recursos financeiros:** O elevado custo das ferramentas digitais constitui um obstáculo significativo para muitos agricultores, em especial para as pequenas e médias explorações. É necessária assistência financeira, como subsídios ou subvenções, para ajudar os agricultores a suportar o investimento inicial nestas tecnologias. O apoio da administração pública, incluindo incentivos económicos, é crucial para tornar a digitalização acessível a um leque mais vasto de agricultores.

4. **Melhoria da conetividade:** Em muitas zonas rurais, a fraca conetividade à Internet impede a utilização efetiva de ferramentas digitais que dependem da transmissão de dados em tempo real e da gestão remota. A melhoria das infraestruturas rurais de Internet é essencial para apoiar a adoção generalizada destas tecnologias. Sem uma conetividade fiável, ferramentas como os dispositivos IoT e os sistemas de teledeteção não podem funcionar da melhor forma.

Ferramentas necessárias:

1. **Sensores de solo e meteorológicos:** Ferramentas como sensores de humidade do solo e estações meteorológicas são essenciais para monitorizar as condições que afetam as necessidades de rega. Estes sensores fornecem dados em tempo real que ajudam os agricultores a otimizar os calendários de rega e a garantir uma utilização eficiente da água. Os sensores meteorológicos avançados, ligados aos sistemas de rega, também podem prever e evitar problemas como as geadas, que podem afetar significativamente o rendimento das culturas.

2. **Programadores de rega:** Os calendários e programadores de rega automatizados são ferramentas essenciais que ajudam os agricultores a gerir a aplicação de água de forma mais eficiente. Estas ferramentas podem ser integradas com outros sistemas digitais para criar um processo de gestão sem falhas, garantindo que as culturas recebem a quantidade certa de água no momento certo.

3. **Ferramentas SIG e de teledeteção:** Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e as tecnologias de teledeteção, como as imagens de satélite, são necessários para monitorizar grandes áreas agrícolas e gerir eficazmente a distribuição da água. Estas ferramentas ajudam a cartografar os campos, monitorizar a saúde das culturas e avaliar as necessidades de água em diferentes regiões, o que é particularmente útil em zonas com práticas agrícolas diversas.

4. **Plataformas de integração de dados:** Há uma necessidade crescente de plataformas que possam integrar dados de várias fontes, incluindo sensores, estações meteorológicas e sistemas de irrigação. Estas plataformas devem oferecer interfaces amigáveis e permitir uma fácil interpretação dos dados, ajudando os agricultores a tomar decisões informadas rapidamente. O desenvolvimento de tais plataformas é crucial para tornar as ferramentas digitais acessíveis e eficazes para todos os tipos de agricultores.

Quais são os problemas a resolver 1) de um ponto de vista agronómico 2) de um ponto de vista tecnológico?

De um ponto de vista agronómico:

1. **Falta de conhecimentos agronómicos e de utilização dos dados:** Um dos principais desafios agronómicos é a utilização insuficiente dos conhecimentos e dados agronómicos nos processos de tomada de decisão. Os agricultores carecem frequentemente de informações pormenorizadas sobre pontos críticos da produção, tais como as necessidades específicas de água das diferentes culturas ou a forma de ajustar os calendários de irrigação com base na alteração das condições ambientais. Esta lacuna no conhecimento leva a uma utilização ineficiente da água e a rendimentos de culturas abaixo do ótimo. Além disso, os dados gerados pelas ferramentas digitais nem sempre são efetivamente integrados nas práticas de gestão das explorações agrícolas, o que resulta em "lixo tecnológico", em que as ferramentas são subutilizadas ou abandonadas após a utilização inicial.

2. **Monitorização e interpretação inadequadas dos parâmetros agronómicos:** Muitas explorações agrícolas não dispõem das ferramentas ou dos conhecimentos necessários para monitorizar e interpretar os principais parâmetros agronómicos, como a humidade do solo, a saúde das plantas e os níveis de stress hídrico. Mesmo quando estão disponíveis sensores e outras ferramentas de monitorização, é frequente a falta de metodologias claras para instalar e utilizar estas ferramentas de forma eficaz. Isto leva a uma recolha de dados inconsistente e a uma má tomada de decisões, agravando ainda mais os problemas de gestão da água nas explorações agrícolas.

3. **Necessidades diversificadas e complexas das culturas:** A grande variedade de culturas e as suas necessidades específicas de água representam um desafio significativo. Por exemplo, os sistemas de policultura, em que várias culturas são cultivadas em conjunto, complicam a normalização das práticas de rega. A complexidade destes sistemas torna difícil a aplicação de soluções digitais uniformes, uma vez que cada cultura pode exigir diferentes quantidades de água, gestão de nutrientes e controlo de pragas. Esta diversidade exige ferramentas e estratégias digitais altamente personalizadas, que nem sempre estão prontamente disponíveis.

De um ponto de vista tecnológico:

1. **Custos elevados e barreiras económicas:** O elevado custo inicial das tecnologias digitais, tais como sensores, controladores de rega e sistemas de deteção remota, constitui um obstáculo significativo à sua adoção. As pequenas e médias explorações agrícolas têm muitas vezes dificuldade em justificar estes investimentos, especialmente quando os benefícios económicos não são imediatamente claros. Além disso, os custos contínuos relacionados com a manutenção e as atualizações desencorajam ainda mais a adoção generalizada de ferramentas digitais.

2. **Falta de infraestruturas e de conetividade:** Em muitas zonas rurais, a fraca conetividade à Internet impede a utilização efetiva de ferramentas digitais que exigem a transmissão de dados em tempo real e a gestão remota. A falta de infraestruturas de rega modernizadas também representa um desafio significativo. Por exemplo, nas regiões onde ainda prevalecem os métodos tradicionais de rega por inundação, os benefícios das ferramentas digitais são muito reduzidos. Sem as infraestruturas necessárias, os esforços de digitalização não podem ser plenamente realizados.

3. **Complexidade e facilidade de utilização das ferramentas digitais:** Muitas ferramentas digitais são consideradas complexas e difíceis de utilizar, sobretudo pelos agricultores mais idosos que podem não estar familiarizados com a tecnologia moderna. A falta de interfaces de fácil utilização e a necessidade de conhecimentos técnicos para operar estas ferramentas de forma eficaz contribuem para a sua subutilização. Além disso, existe frequentemente um desfasamento entre os criadores de tecnologia e os utilizadores finais, o que leva a que as ferramentas não respondam plenamente às necessidades práticas dos agricultores.

4. **Questões de integração e interoperabilidade:** A integração de várias ferramentas digitais e a sua interoperabilidade com os sistemas existentes é outro grande desafio tecnológico. Muitas explorações agrícolas utilizam múltiplas plataformas digitais que não comunicam eficazmente entre si, conduzindo a dados fragmentados e a práticas de gestão ineficientes. O desenvolvimento de sistemas integrados que permitam um intercâmbio de dados sem descontinuidades e processos de gestão unificados é essencial para maximizar os benefícios das tecnologias digitais na agricultura.

Anexo 3: Resumo dos inquéritos em Portugal

Introdução

O COTR é a entidade nacional responsável pelo diagnóstico territorial da região do Alentejo, nomeadamente na identificação dos recursos disponíveis para a digitalização da gestão da água na agricultura e dos obstáculos e alavancas para promover a digitalização do sector.

O COTR está envolvido no projeto SMART GREEN WATER. Este é um projeto cofinanciado pelo programa INTERREG SUDOE cujo objetivo é promover a implementação de soluções destinadas a acelerar a transição digital da agricultura para um sector agrícola mais resiliente, adaptado aos riscos climáticos, otimizado e mais sóbrio na utilização dos recursos hídricos.

No âmbito deste projeto, foi realizado um inquérito para avaliar a transição digital no sector agrícola.

O inquérito consistiu numa série de entrevistas com as partes interessadas, que destacaram as suas opiniões e ajudaram a compreender as suas expectativas em relação à tecnologia utilizada no sector agrícola.

Esta avaliação das partes interessadas relacionada com a digitalização é essencial e será refletida na Estratégia Smart Green Water, que será desenvolvida como parte do projeto. Desta forma, podem ser estabelecidas diretrizes de base para a abordagem metodológica que será utilizada, facilitando a concretização dos objetivos do projeto.

Este documento apresenta uma análise abrangente das entrevistas realizadas com uma representação das partes interessadas relacionadas com as soluções digitais para a gestão da água de rega.

Foram enviados 14 inquéritos, todos eles respondidos. As respostas foram dadas pelos seguintes atores (Stakholders Regionais):

Associações

- Associação de Agricultores do Sul – Claudino Matos
- EDIA – José Filipe Santos
- Fenareg – Catarina Arranja
- Cooperativa Agrícola Beja e Brinches – José Miguel Ribeiro
- Cooperativa Agrícola Moura e Barrancos – José Duarte
- EUFRAS – Rui Almeida

Instituições Públicas

- Instituto Politécnico de Beja – Alexandra Tomás
- InovTechAgro – Alcino Conceição

Empresas

- Agroinsider – José Rafael
- Agrovete – José Martins
- Aquagri – António Ramos
- Hidrosoph – Marta Delgado
- Rivulis – Nuno Sanches
- TerraPro – João Noéme

Breve descrição das principais partes interessadas

Associação de Agricultores do Sul - Associação de agricultores maioritariamente da região do Baixo Alentejo. Embora o seu âmbito de atuação seja vasto, centra-se na prestação de serviços de apoio ao sector da produção animal.

EDIA - Empresa do sector público responsável pela gestão do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. O seu objetivo é promover a barragem de Alqueva e impulsionar o investimento na região do Alentejo.

Fenareg - Associação sem fins lucrativos que se dedica à salvaguarda e promoção do desenvolvimento sustentável e competitivo do regadio. Reúne entidades dedicadas à gestão da água para rega.

Cooperativa Agrícola Beja e Brinches - Cooperativa agrícola com uma forte presença nos sectores dos cereais e do azeite/azeite.

Cooperativa Agrícola Moura e Barrancos - Cooperativa agrícola com uma forte presença no sector da azeitona. O seu principal objetivo é aumentar de forma sustentável as vendas do azeite que produz.

EUFRAS - Rede de organizações de consultoria com o objetivo de apoiar os serviços europeus de aconselhamento agrícola.

Instituto Politécnico de Beja - Instituição de ensino superior vocacionada para a produção e divulgação de conhecimentos, com concentração em programas de formação e investigação.

InovTechAgro - Centro de Competências focado no sector agroflorestal, com o objetivo de criar e disseminar conhecimento em agricultura de precisão, mecanização e digitalização.

Agroinsider - Empresa especializada no mercado de carbono, oferecendo serviços como auditoria, consultoria e corretagem relacionados com a pegada de carbono.

Agrovete - Empresa vocacionada para o sector agrícola e pecuário, responsável pela montagem e comercialização de equipamentos agrícolas, bem como pela produção e comercialização de sementes certificadas.

Aquagri - Empresa especializada na comercialização de equipamentos de gestão da irrigação.

Hidrosoph - Empresa que se dedica ao desenvolvimento e comercialização de equipamentos de gestão da irrigação.

Rivulis - Empresa que se dedica à comercialização de produtos relacionados com a irrigação localizada.

TerraPro - Empresa envolvida na comercialização, desenvolvimento e integração de tecnologias de precisão no sector agrícola. Fornece aconselhamento agronómico com base na recolha e interpretação de dados.

Análise das respostas ao inquérito | principais partes interessadas

O questionário consistia em 5 perguntas sobre a digitalização no sector agrícola, centrando-se na gestão da água de rega. Para avaliar o inquérito, as respostas foram divididas em 3 categorias com base no tipo de organização a que os inquiridos pertenciam. As perguntas e respostas foram as seguintes (respostas extrapoladas a partir da informação recebida).

Como são atualmente utilizadas as ferramentas digitais na rega e na gestão da água?

Associações | Em Portugal, 30% da área regada utiliza tecnologias de informação para apoio à gestão da rega. A utilização destas ferramentas digitais tem permitido poupanças significativas de água através da otimização e gestão eficiente dos recursos hídricos. As ferramentas digitais são utilizadas diariamente tanto para a monitorização dos níveis de água no solo como para o ajuste e melhoria dos programas de rega. As ferramentas digitais são também utilizadas para monitorizar o estado das culturas e para facilitar o controlo remoto dos sistemas de rega, proporcionando flexibilidade e comodidade aos seus utilizadores.

Instituições públicas | As ferramentas digitais são utilizadas principalmente de duas formas: i) deteção in situ com ligação a plataformas de armazenamento e processamento de dados (agregando informações relacionadas com o solo, as plantas e os volumes de água); ii) como ferramenta de deteção remota, utilizando mapas de produtividade e relacionando-os com sectores de rega para uma distribuição eficiente (sistemas de rega inteligentes).

Empresas | Embora a adoção de tecnologias digitais para a gestão da rega em Portugal esteja a crescer, existem ainda barreiras significativas, especialmente entre os utilizadores menos especializados. As ferramentas disponíveis apoiam a tomada de decisão dos agricultores, permitindo uma gestão mais sustentável da rega, tanto a nível económico como social. Estas ferramentas são utilizadas principalmente para registar o consumo de água (instantâneo e acumulado), recolher informação e, posteriormente, interpretá-la para ajustar o plano de rega. Assim, as principais tecnologias utilizadas para apoiar a tomada de decisões de rega são as sondas de humidade do solo, os medidores de caudal digitais e as estações meteorológicas in situ.

Considerações finais | As respostas refletem a forma como a implementação de tecnologias na gestão da rega em Portugal está a promover uma utilização mais sustentável e eficiente da água, apoiando a tomada de decisões e facilitando a operação.

Que ferramentas digitais são mais utilizadas?

Associações | As ferramentas mais utilizadas são as estações meteorológicas, as imagens de satélite/drones e as sondas de humidade do solo, que permitem avaliar as necessidades hídricas das culturas. Adicionalmente, são também utilizados programas de rega controlados remotamente, que permitem o controlo automático e imediato dos diferentes componentes do sistema de rega. Programas de software como software de gestão agrícola, plataformas de gestão de dados e sistemas de apoio à decisão permitem a gestão de dados agronómicos e ajudam no processo de tomada de decisão.

Instituições Publicas | São utilizadas plataformas de deteção remota e plataformas de armazenamento e processamento de dados. Estas plataformas são utilizadas para avaliar o estado hídrico da cultura, juntamente com o teor de humidade do solo e sensores de folhas molhadas e dendrómetros. Para além destas ferramentas, são também implementados sistemas de rega inteligentes ou VRT (Variable Rate Technology), aumentando a eficiência da aplicação da rega.

Empresas | São utilizadas ferramentas para avaliar o estado hídrico da cultura, como sensores de humidade do solo, sondas de tensão radicular e imagens NDVI, bem como ferramentas relacionadas com a aplicação de água, como válvulas e contadores digitais para controlar o sistema de rega e a utilização de software específico para a sua gestão.

Considerações Finais | As ferramentas digitais utilizadas podem ser divididas em duas categorias: avaliação do estado hídrico/saúde da cultura e controlo do sistema de irrigação. Dentro destas categorias, as tecnologias utilizadas são sondas de humidade do solo, imagens NDVI/drones, estações meteorológicas no campo e controladores de rega com acesso remoto que permitem a abertura e fecho automático de vários componentes, bem como o registo da água utilizada. Adicionalmente, são também utilizados softwares de tomada de decisão com plataformas de gestão de dados para melhorar o planeamento da rega.

Quais são os principais obstáculos à digitalização?

Associações | Os principais obstáculos são o elevado custo de instalação, a falta de literacia digital por parte do utilizador, os desafios infraestruturais, como a falta de uma rede de Internet fiável e estável no local de implementação, e os obstáculos regulamentares e políticos associados à incerteza económica.

Instituições Públicas | O elevado custo de implementação e a falta de conhecimentos técnicos e digitais por parte dos utilizadores são os principais obstáculos à adoção das novas tecnologias.

Empresas | O elevado custo de implementação, a falta de conhecimentos técnicos e a resistência à mudança por parte do utilizador são as principais causas. No entanto, a difícil compatibilidade entre as soluções existentes também dificulta a aplicação de novas tecnologias.

Considerações Finais | Os obstáculos à digitalização estão principalmente relacionados com o elevado custo inicial da tecnologia e a literacia digital do utilizador. No entanto, a difícil integração de tecnologias de diferentes empresas, com falta de apoio técnico, as barreiras regulamentares e as más infraestruturas (acesso deficiente à Internet) também dificultam a adoção de novas tecnologias.

Quais são as alavancas de ação para acelerar a utilização da tecnologia digital?

Associações | É necessário criar incentivos financeiros associados a políticas que encorajem a adoção destas tecnologias, o desenvolvimento de infraestruturas digitais e ações de partilha de conhecimentos, como demonstrações de casos reais, para melhorar a literacia digital dos utilizadores.

Instituições Públicas | É necessário criar ações de divulgação e sensibilização para que haja uma maior adesão a estas tecnologias e transferência de conhecimentos, melhorando a capacidade técnica dos utilizadores.

Empresas | É necessário criar incentivos financeiros associados a políticas que encorajem a adoção destas tecnologias e penalizem a má gestão da água. É também essencial criar cursos de formação que expliquem o funcionamento das tecnologias existentes.

Considerações Finais | Para que haja uma adoção mais significativa das tecnologias, é necessário dar apoio financeiro e promover essa adoção, bem como ações de formação e divulgação para melhorar a literacia digital dos utilizadores, criando confiança e envolvimento. O aumento das políticas de apoio e da regulamentação da privacidade dos dados pode também acelerar a adoção das tecnologias digitais.

Quais são as necessidades e que ferramentas são necessárias?

Associações | As ferramentas precisas necessárias são sistemas de monitorização (registo da humidade do solo e do caudal), bem como sistemas de informação geográfica para apoiar o plano de rega e plataformas para integrar os dados recolhidos. A redução dos custos (através da massificação), programas que aumentem a literacia digital e a melhoria das infraestruturas são também necessários para aumentar a utilização das tecnologias digitais na agricultura.

Instituições Públicas | A maior necessidade é a de uma ligação forte entre a comunidade científica e os utilizadores das tecnologias.

Empresas | É necessário aumentar a procura para reduzir os custos. Melhor divulgação dos produtos existentes, com formação específica para cada tecnologia e melhoria da qualidade dos indicadores desenvolvidos. Para que estas inovações se concretizem, é também necessário um maior investimento na investigação para aumentar a eficiência da rega e da fertilização.

Considerações Finais | Para que as tecnologias digitais sejam adotadas, é necessário reduzir o seu custo e aumentar a ligação entre a comunidade científica e os utilizadores, a fim de obter indicadores de melhor qualidade que ajudem à tomada de decisões na gestão da irrigação. É também essencial melhorar as infraestruturas e a literacia digital.

Conclusão

Uma visão geral das respostas de todas as partes interessadas indica que a digitalização da gestão da rega em Portugal promove uma utilização mais sustentável e eficiente da água, melhorando o processo de tomada de decisão.

As principais tecnologias destacadas incluem sensores de solo e clima, sistemas de rega inteligentes, ferramentas de modelação e previsão, imagens de satélite, plataformas de análise de dados de gestão da água e aplicações móveis.

No entanto, a adoção destas tecnologias enfrenta desafios significativos, como os custos elevados e a falta de conhecimentos técnicos. Estes obstáculos podem ser abordados mediante incentivos financeiros, uma melhor formação e o desenvolvimento de infraestruturas digitais.

É igualmente importante notar as diferenças nas respostas com base no tipo de organização a que os inquiridos pertenciam. Por conseguinte, é fundamental que as instituições académicas e as empresas colaborem mais estritamente com as associações que se dedicam diretamente aos agricultores, que são os utilizadores finais das tecnologias digitais.

Anexo 4: Publicações do DARP e do IRTA

Publicação do DARP

Dossier Técnico 121. Agricultura de precisión: aplicaciones en el riego. Casos prácticos
Dossier Técnico 107. Agricultura de precisión: aplicaciones en el riego
Dossier Técnico 96. Energía y regadío. Bombeo solar
Dossier Técnico 88. Requerimientos hídricos de los cultivos leñosos (II)
Dossier Técnico 65. Fertirrigación
Dossier Técnico 61. Requerimientos hídricos de los cultivos leñosos (I)

Ficha técnica 31. Requerimientos hídricos en cítricos
Ficha técnica 30. Requerimientos hídricos en nogal
Ficha técnica 29. Requerimientos hídricos en pistacho
Ficha técnica 28. Requerimientos hídricos en ciruelo
Ficha técnica 26. Requerimientos hídricos en cerezo
Ficha técnica 25. Requerimientos hídricos en albaricoquero
Ficha técnica 23. Requerimientos hídricos en vid
Ficha técnica 22. Requerimientos hídricos en almendro
Ficha técnica 20. Requerimientos hídricos en manzano
Ficha técnica 21. Requerimientos hídricos en peral
Ficha tácnica 19. Requerimientos hídricos en melocotonero

Ficha técnica 18. Programador de riego
Ficha técnica 19. Cambios en las tarifas eléctricas
Ficha técnica 01. Herramienta de recomendaciones de riego en Jardinería RuralCat
Ficha técnica 74. Características y componentes básicos de una instalación de riego localizado enterrado
Ficha técnica 06. Herramientas de recomendaciones de riego de RuralCat
Ficha técnica 70. Calidad del agua de riego
Ficha Técnica 69. El bombeo solar en el regadío
Ficha Técnica 58. Mantenimiento de instalaciones de riego por aspersión en cobertura total (i). Preparación para las heladas
Ficha Técnica 43. Cabezal de fertirrigación

Pilares de formação. Vídeos sobre como enfrentar a menor disponibilidade de água para regar as culturas anuais de verão.

El cultivo de girasol com una alternativa ante la falta de agua
El cultivo de sorgo como grano y forraje
Las variedades de maíz de ciclo corto, ¿nos pueden ayudar en una situación de falta de agua?
Necesidades de agua de los cultivos e incidencia del estrés hídrico sobre el rendimiento
Cómo afrontar la menor disponibilidad de agua para regar en manzano

Publicação do IRTA

Differential irrigation scheduling by an automated algorithm of water balance tuned by capacitance-type soil

Interreg Sudoe

Co-funded by the European Union

SMART GREEN WATER