

O recurso a novas tecnologias para melhorar a sustentabilidade dos olivais regados

Na olivicultura atual verifica-se a necessidade de desenvolvimento e validação de novas tecnologias que permitam apoiar a implantação de estratégias visando a intensificação sustentável, otimizando as componentes económica, ambiental e social, sendo esta última particularmente importante em territórios com elevado risco de desertificação. Neste artigo apresenta-se a abordagem do projeto *TecnOlivo* para colmatar esta necessidade.

O olival assume uma posição de destaque no panorama agrícola nacional, principalmente nas regiões do interior do Alentejo e na Terra Quente Transmontana. A realidade olívcola não é a mesma em todo o território nacional. Se no Alentejo têm aumentado as grandes áreas de olival regado e pouco diversificado, no que respeita às cultivares utilizadas, no Centro e no Nordeste do país existe um maior número de olivais com áreas mais reduzidas e maior diversidade genética autóctone.

As diferenças na paisagem olívcola estão muito condicionadas pelas condições orográficas e pela disponibilidade de água para rega. Na região do Alentejo, principalmente após a construção da Barragem de Alqueva, tornou-se viável a instalação de olivais de média e alta densidade de plantação. A rega, e adicionalmente a fertirrega, passaram a estar asseguradas, assim como condições de boa transitabilidade de máquinas na parcela, nomeadamente para as operações de colheita e poda. Na região do Nordeste, as parcelas de olival, na sua maioria,

estão em sequeiro, têm reduzida dimensão e a circulação de máquinas torna-se difícil devido aos acidentados declives. Poder-se-ia pensar que, nestas condições, a cultura da oliveira seria um erro, mas a verdade é que poucas espécies conseguem retribuir os *inputs* perante tais constrangimentos como a oliveira o faz. Aliás, esta cultura é um importante fator de dinamização da atividade agrícola e da economia de empresas familiares em concelhos caracterizados pela sua baixa densidade populacional e elevada faixa etária.

A sustentabilidade e os recursos no olival

O olival, com a aplicação de práticas agrícolas adequadas, contribui para a sustentabilidade ambiental, reduzindo o risco de desertificação, aumentando a fixação de carbono e regulando o clima local. Por outro lado, este setor está fortemente alinhado com os objetivos da economia circular, com várias aplicações dos seus subprodutos, por exemplo na compostagem ou na produção de energia, contribuindo para a redução da dependência de combustíveis fósseis. Contribui, igualmente, para a sustentabilidade social. Em particular, e a intensificação desta cultura tem promovido o aumento do emprego e a dinamização do território, fixando a população rural e melhorando a economia local.

O olival e os seus principais produtos proporcionam um importante contributo económico a Espanha e a Portugal. Espanha é o primeiro produtor mundial de azeite e de azeitona de mesa e, na campanha 2018/2019, produziu um pouco mais de metade da produção mundial de azeite, estimada em 3,2 milhões de toneladas (COI, 2019). Em Portugal, a produção de azeite nessa campanha foi de 115 mil toneladas. Nos últimos 15 anos, a produção de azeite em Portugal tem crescido a uma taxa média de 5,7%, que no



Figura 1 – Vista geral de olival da ELAIA.

Alentejo atinge 12,3%. Em 2018, a produção de azeite em Portugal gerou um volume de negócios, a preços correntes, superior a 1100 M€ (INE, 2019).

Tem havido uma crescente preocupação com o volume de água que o setor utiliza na rega e com as práticas de fertilização. Contudo, importa salientar que as necessidades hídricas da oliveira são significativamente mais baixas do que a generalidade das outras culturas regadas (DGADR, 2018). O tipo de rega praticado, rega gota a gota, é mais eficiente e a maioria dos agricultores tem optado por realizar a fertilização através da rega. A manutenção do potencial produtivo do solo e da planta, campanha

após campanha, implica o conhecimento da quantidade de nutrientes que foram exportados, assim como as necessidades hídricas e nutricionais das plantas ao longo do seu ciclo anual e/ou cultural. Na atualidade, os agricultores estão focados em atingir a maior eficiência na utilização dos recursos, porque uma má gestão da rega ou da fertilização significa aumentar os custos de produção e diminuição dos rendimentos.

Projeto TecnOlivo

O TecnOlivo é um projeto do Programa de Cooperação Interreg V A Espanha – Portugal (POCTEP) 2014-2020 e tem como parceiros a Universidade de Huelva, que é a

entidade coordenadora, o Centro de Experimentação ‘El Arenosillo’ do Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, a empresa de *software* Ubiwhere, Lda, e dois produtores de olival, a ELAIA (Alentejo, Portugal) e a Cooperativa Nuestra Señora de la Oliva, S.C.A. (Andaluzia, Espanha). O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de uma solução tecnológica facilmente comercializável e de fácil utilização, que permita a gestão integrada, ecológica e otimizada do olival através da monitorização não invasiva de variáveis agronómicas de maior interesse para a olivicultura, como, por exemplo, a estimativa da produção, a deteção automática de pragas (mosca-da-azeitona) por armadilhas inteligentes e, sobretudo, o diagnóstico do estado hídrico e nutricional do olival, para apoio à gestão da rega e fertilização. Para tal, foi necessário desenvolver as seguintes atividades principais:

- Caracterização dos requisitos/metodologias e monitorização do olival de variáveis agronómicas de maior interesse nas diferentes fases do ciclo anual da oliveira: monitorização do estado hídrico do olival, do seu estado nutritivo e da produção de azeitona e azeite;

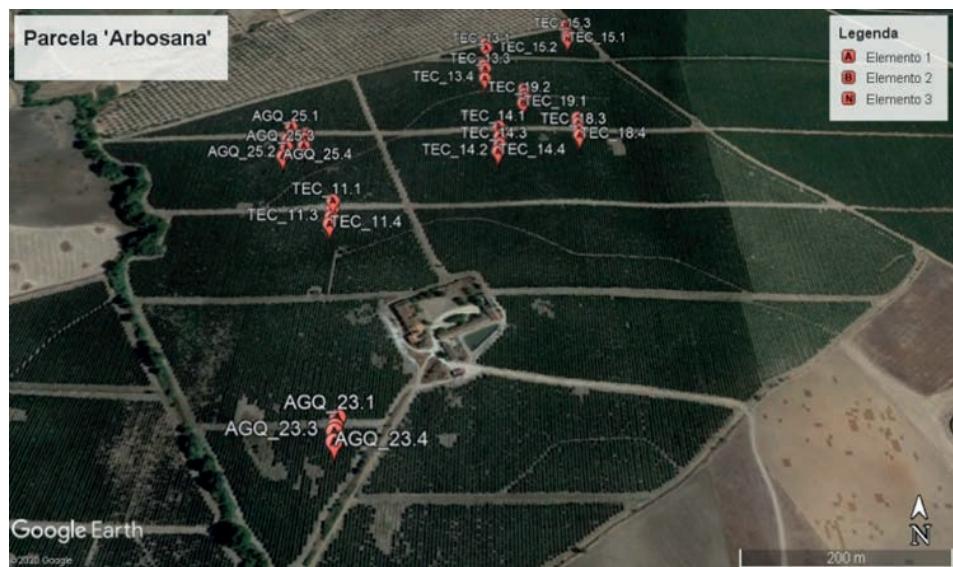


Figura 2 – Vista da parcela ‘Arbosana’.

- Desenvolvimento de uma plataforma aérea autónoma com multissensores e de uma rede terrestre para a monitorização dos olivais;
- Desenvolvimento de modelos para a interpretação da informação obtida pelos sensores terrestres e aéreos;
- Criação de um modelo de gestão, armazenamento e transmissão da informação.

Em particular, o desenvolvimento de modelos para interpretação da informação obtida pelos sensores foi suportada por ferramentas de inteligência artificial, o que, no caso dos trabalhos efetuados em Portugal, com o objetivo de validação dos modelos em desenvolvimento, obrigou ao estabelecimento de um

elevado número de pontos de amostragem para obter valores de referência (*ground truth*), decorrendo este trabalho sob a responsabilidade do INIAV e que mais à frente se detalha. Em particular, nos pontos seguintes apresentam-se os trabalhos efetuados em Portugal no âmbito deste projeto.

Caracterização do olival

O trabalho experimental foi estabelecido em explorações olivícolas pertencentes ao Grupo ELAIA (Figura 1), empresa que se dedica à produção de azeites de excelência, tendo por base a plantação e exploração de olivais próprios ou arrendados mediante uma agricultura sustentável, além da gestão de lagares. As parcelas experimentais pertencem a três olivais instalados na Her-

dade do Abreu, Herdade da Boavista e Herdade do Peixe-Chaminé, situadas no Alto Alentejo. Estas explorações possuem olivais adultos em plena produção, conduzidos em sebe, com as linhas orientadas no sentido norte-sul, com uma densidade de plantação de 1975 oliveiras/ha, a que corresponde um compasso de plantação de 3,75 m na entrelinha e 1,35 m na linha. Na Herdade do Abreu encontra-se instalada a variedade ‘Arbosana’ e nas herdades da Boavista e Peixe-Chaminé encontra-se a variedade ‘Arbequina’.

Os olivais são regados mediante um sistema de rega localizada (gota a gota) a partir do Perímetro de Rega do Caia. Os gotejadores utilizados têm um débito de 2,3 L/h e estão espaçados de 0,75 metros, sendo a dotação aplicada ajustada semanalmente em função da evapotranspiração de referência.

As diversas práticas agrícolas são realizadas mediante a aplicação das normas de produção integrada em vigor para o olival.

No delineamento experimental estabelecido, os pontos de amostragem foram assinalados de acordo os principais fatores diferenciais da parcela: o tipo de solo, a rocha-mãe, a topografia do terreno ou a proximidade a linhas de água (Figura 2). Foi aplicado um

procedimento de fertirrega condicionada que permitiu reduzir a quantidade de água e nutrientes aplicados às oliveiras. A fertirrega deficitária foi aplicada após o início da fase do endurecimento do endocarpo e, no ano de 2019, decorreu entre o dia 19 de julho e o dia 23 de setembro. Utilizaram-se três modalidades de rega. A modalidade de rega normal definida pela empresa e duas modalidades de rega condicionada – Leve e Moderada – em que restringiram as dotações aplicadas em 42% e 54% durante este período, respetivamente para as modalidades leve e moderada.

Importa salientar que na condução do olival é essencial sincronizar as características da parcela com as necessidades das plantas, as diferentes fases do ciclo anual e as

práticas culturais, principalmente a rega e a fertilização.

No ciclo anual da oliveira existem fases críticas nos processos conducentes à produção de frutos, seja a formação de inflorescências (a viabilidade do pólen e a formação do ovário nas flores) ou, após a abertura das flores, os processos de polinização e fecundação que podem ser afetados pelo estado hídrico e nutricional da planta. Determinadas ocorrências meteorológicas (altas temperaturas, geadas tardias ou vento forte e seco) podem também comprometer a qualidade das flores e o vingamento dos frutos.

Após o vingamento dos frutos (início do verão) verifica-se uma fase de crescimento muito intenso dos jovens frutos até atingirem uma fase de “estagnação” do crescimento, coincidente com o início da le-

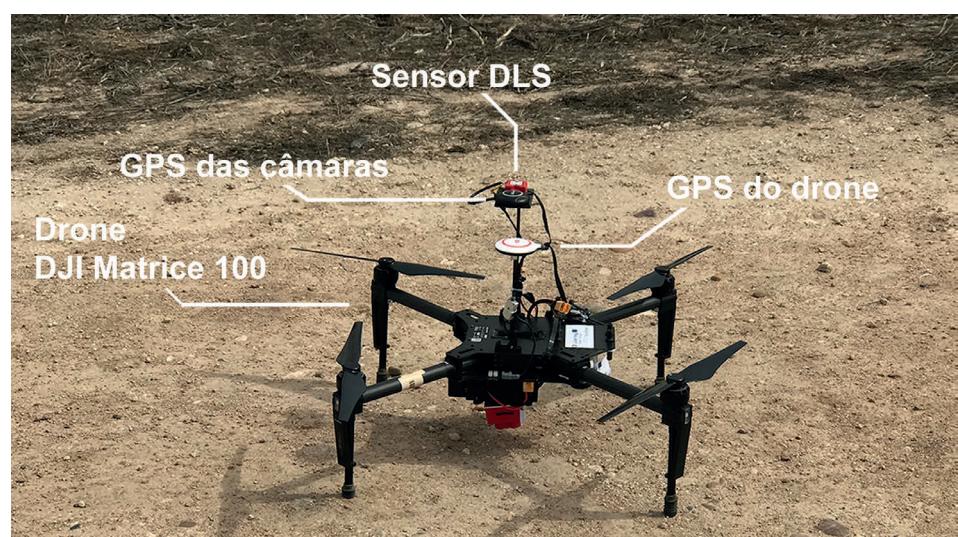


Figura 3 – Vista do drone.

nificação ou do endurecimento do endocarpo.

Na metodologia da rega deficitária aplicada ao olival não deve existir défice hídrico nas oliveiras durante essas fases críticas. Apenas após o início da fase do endurecimento do endocarpo é viável a aplicação de regimes de rega deficitária, porque as altas temperaturas máximas levam ao fecho dos estomas e os processos de crescimento movidos pela divisão celular estão em níveis muito baixos.

Plataforma aérea autónoma multissensor

Com base num veículo aéreo comercial tripulado de forma remota (*drone*), desenvolveu-se uma plataforma aérea autónoma multissensor para a toma massiva de dados espectrais do olival. Em concreto, utilizou-se o *drone* DJI Matrice 100, em que se integrou uma câmara multispectral MicaSense RedEdge-M, que permite a captura em cinco bandas espectrais diferentes: azul, verde, vermelho, *Red edge* e infravermelho próximo. Para a calibração das medições espectrais e para torná-las robustas em diferentes condições de iluminação, a plataforma foi também equipada com um sensor DLS (*Downwelling Light Sensor*). Adicionalmente a todo este equipamento, também se instalou

uma câmara radiométrica Flir VUE Pro R com ótica de 11 mm. Finalmente, as duas câmaras foram dotadas com sistemas de georreferenciação independentes (Figura 3). A plataforma desenvolvida permite recolher dados espectrais de maneira eficiente e com uma altíssima resolução espacial. Não foi mero acaso, mas em sessões de voo experimental realizadas durante 5 horas, observaram-se plantações com uma área aproximada de 83,5 ha, com uma resolução espacial de 54 cm² o pixel, voando a uma altura de 100 m.

Salienta-se que, atualmente, estão a ser desenvolvidos modelos matemáticos capazes de, a partir das medições espectrais, conhecer o estado hídrico e nutricional do olival. Estão a ser avaliados modelos lineares multivariados e modelos multivariados não lineares desenvolvidos mediante redes neurais artificiais supervisionadas.

Monitorização do estado hídrico no olival

A monitorização da intensidade do *stress* hídrico da cultura foi avaliado através de observações do potencial foliar de base, por se considerar ser esta a variável discreta melhor correlacionada. Procedeu-se à observação do potencial hídrico foliar de base nos dias em que foram efe-



Figura 4 – Equipamento de flutuações instantâneas.

tuados voos com *drone*, nomeadamente em julho, alguns dias após o início da rega condicionada, e em setembro, no final do período da rega condicionada.

Em 2019, a quantidade de água disponível para rega dos oliveiros no perímetro de rega do Caia foi limitada. As oliveiras ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ da modalidade Normal apresentaram uma intensidade de *stress* moderada nas duas medições. As modalidades de rega condicionada induziram *stress* hídrico. Em ‘Arbequina’ e em ‘Arbosana’ foi registado um *stress* hídrico moderado em julho, tendo-se incrementado esse *stress* para o final do período de rega condicionada, tendo passado as oliveiras a registar uma

intensidade de *stress* hídrico severa. As oliveiras ‘Arbequina’ da modalidade Moderada já na primeira data de observação apresentavam um *stress* hídrico severo.

Através da utilização do método micrometeorológico das flutuações instantâneas procurou-se estabelecer funções de *stress* entre o potencial de base e o coeficiente de *stress* (Figura 4). Salienta-se que esta metodologia, para além de medir, em contínuo, a evapotranspiração real da cultura, permite medir a fotosíntese ao nível da parcela.

Monitorização do estado nutritivo no olival

Para a caracterização do estado nutricional das oliveiras em estudo, e em apoio às restantes vertentes do projeto, procedeu-se à colheita de amostras de folhas em todos os talhões experimentais (regá normal, *stress* leve e *stress* moderado), nos períodos coincidentes com o voo de *drone* em três fases do ciclo da cultura: à plena floração – maio; ao endurecimento do caroço – julho; e durante a maturação dos frutos – setembro). As amostras de folhas foram colhidas no terço médio dos lançamentos do ano nas oliveiras de cada talhão experimental, e em igual número nos dois lados da sebe.

Do último período de amostragem, que denominamos de maturação e

coincide com o fim do período de *stress*, que se começou a induzir ao endurecimento do caroço, apresentam-se na Figura 5 os teores foliares médios de azoto (N), para as duas cultivares.

Nesta figura observa-se que, para a ‘Arbequina’, o teor foliar médio de azoto se apresenta significativamente mais elevado nas árvores sujeitas à regá normal do que nas restantes modalidades. Nos dois regimes de *stress* induzido, verifica-se que os teores médios são

semelhantes, o que provavelmente estará relacionado com o facto de a quantidade de água aplicada não ser muito distinta nestas duas modalidades. Os diferentes níveis de regá refletem-se na quantidade daquele nutriente disponível para as oliveiras, uma vez que é fornecido através da água de regá.

No caso da ‘Arbosana’, não se registaram diferenças nos teores foliares médios de azoto para os três regimes de regá. As diferentes características do solo onde se encon-

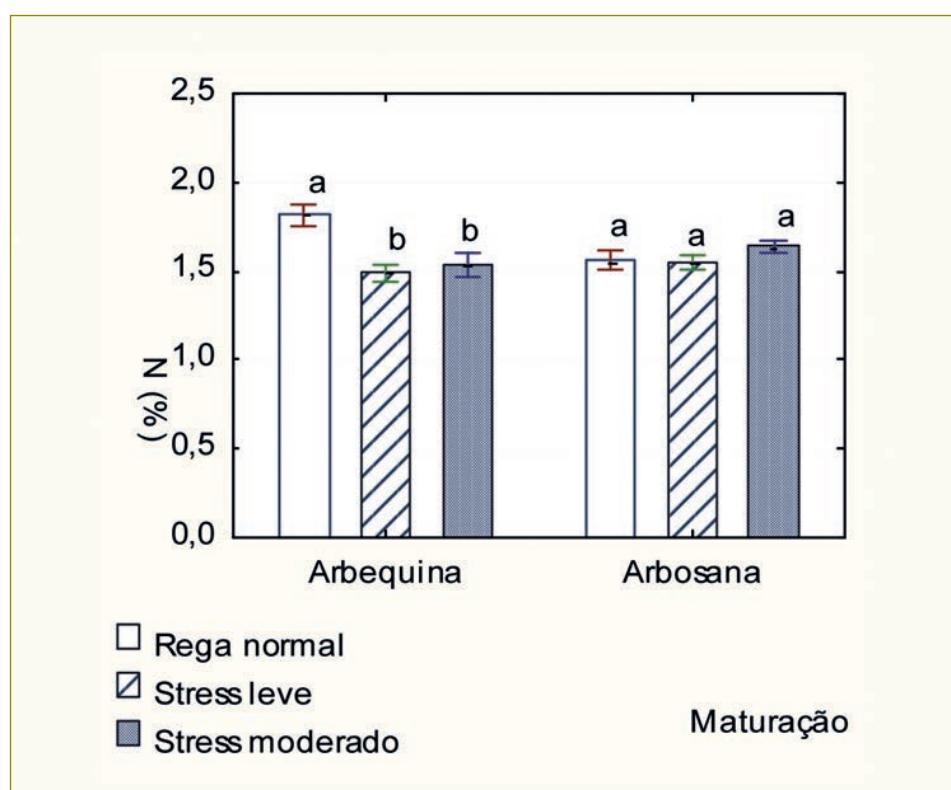


Figura 5 – Efeito de três regimes de regá na composição mineral média das folhas (azoto – N) de duas cultivares de oliveira na fase de maturação. (Para a mesma cultivar, letras diferentes correspondem à existência de diferenças significativas ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey N-HSD)



Figura 6 – ‘Arbequina’ na semana 38. Observação de sintomas de stress hídrico nos regimes leve (B) e moderado (C) em comparação com a rega normal (A).

tram instalados os talhões experimentais desta cultivar, associada à ocorrência de problemas de ordem fitossanitária no ano em causa (tuberculose e olho de pavão, que conduziu a uma forte desfolha), podem justificar os resultados ora obtidos.

Monitorização do desenvolvimento vegetativo e produtivo

Nas duas campanhas, avaliou-se a acumulação da gordura nas azeitonas durante o período de crescimento do fruto e no momento da colheita. A campanha 2019/2020 foi antecipada relativamente à anterior campanha, previsivelmente por se ter registado uma primavera com elevadas temperaturas, o que tem vindo a suscitar o início da apanha a finais de setembro ou princípios de outubro. Nas herdades acompanhadas neste projeto e nas duas variedades monitorizadas, a colheita da azeitona é estabelecida, em

igualdade de outras condicionantes, pela evolução da acumulação de gordura na azeitona. Durante 2019 foram consideradas três datas de

amostragem: semanas 38 (Figura 6), 41 e 44.

Em cada amostra, foi determinado, com um equipamento NIR Olivia Foss, o teor de gordura na matéria originária e na matéria seca, humidade e acidez em cada amostra. Os resultados preliminares do teor de gordura no momento da colheita indicaram a não existência de diferenças significativas entre as modalidades de rega condicionada nas duas variedades (Figura 7). Para além destas determinações, foram realizadas outras observa-

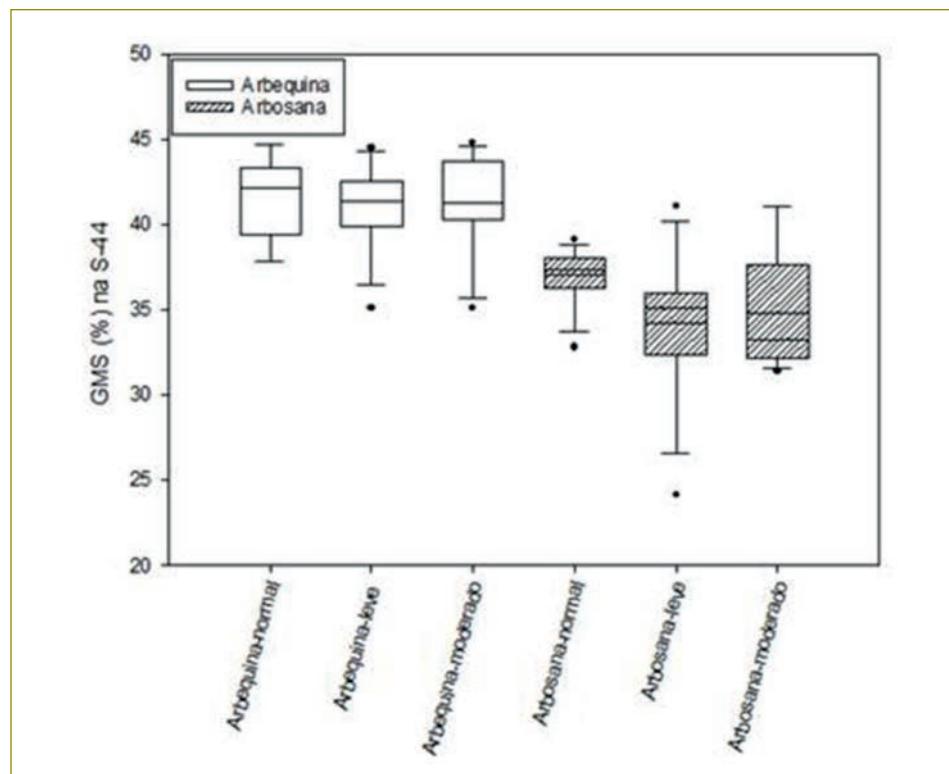


Figura 7 – Resultado do teor de gordura na matéria seca (GMS%) em ‘Arbequina’ e ‘Arbosana’ no momento colheita e nas três modalidades de rega.

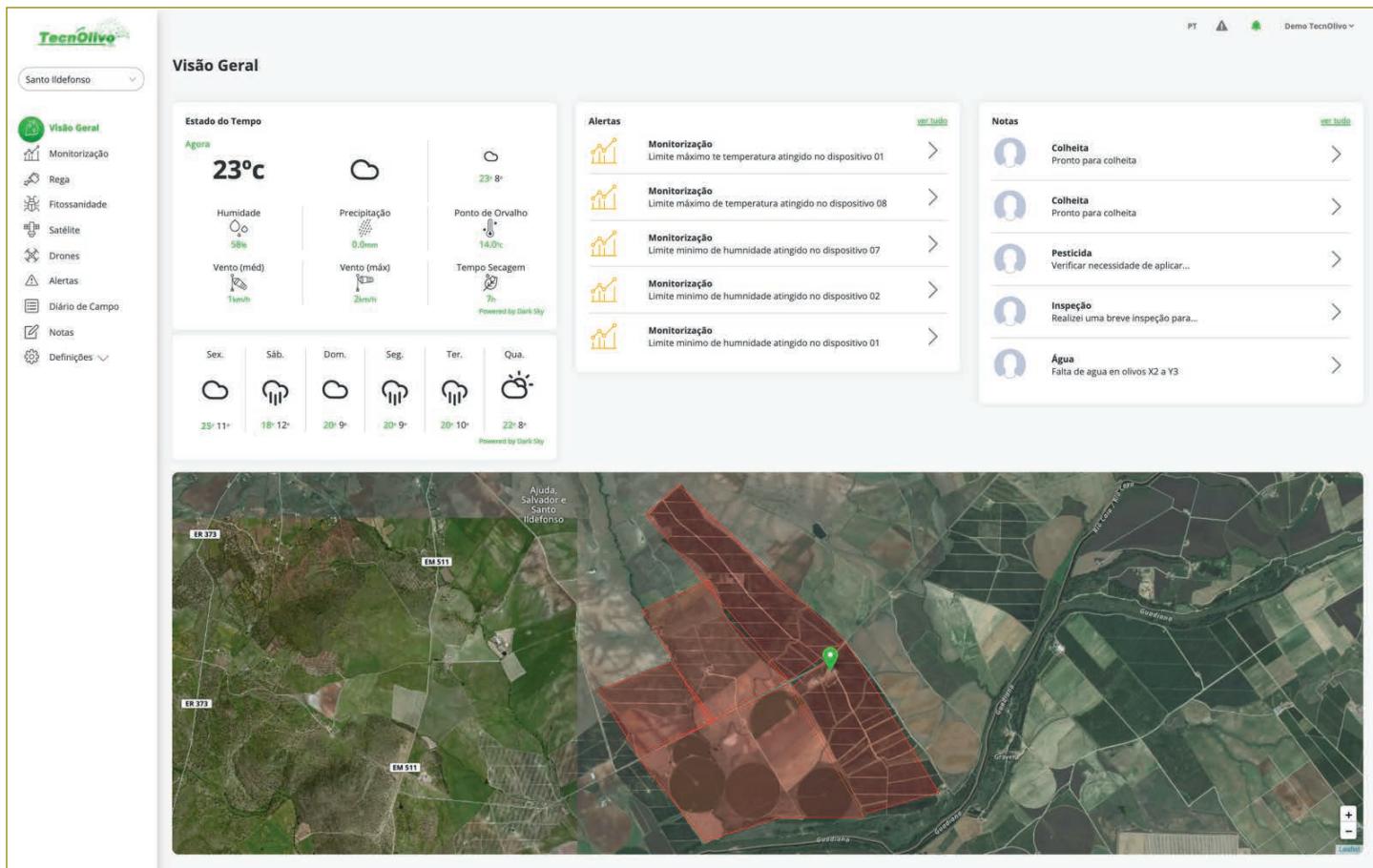


Figura 8 – Visão geral da plataforma web do projeto TecnOlivo.

ções como: o peso de uma subamostra de 50 azeitonas; estado sanitário dos frutos; imagem de cada amostra para análises por imagem; e registo do estado de maturação. Foi também efetuada a calibração dum fluorímetro portátil e registo de espectros com o equipamento MultiplexResearch™, que permitiu resultados preliminares na discriminação de diferentes estados de maturação nas variedades.

Criação de um modelo de gestão, armazenamento e transmissão da informação

A Ubiwhere, empresa de desenvolvimento de *software*, criou a solução tecnológica de gestão, armazenamento e transmissão de dados no âmbito do projeto. O desafio era conjugar toda a investigação e conhecimento dos diferentes parceiros numa solução tecnológica de valor para os produtores. O objetivo

era realizar uma gestão não invasiva e otimizadora do olival, monitorizando os principais parâmetros agronómicos, e disponibilizar uma plataforma web (Figura 8) focada na gestão e monitorização dos oliveiros, assim como no estado das suas plantações. Foi desenvolvida uma aplicação web que dá suporte à interpretação e análise dos dados capturados pelos dispositivos de monitorização, pelos *drones* com sensores embutidos e provenientes de serviços externos. Os dados são

disponibilizados e facilmente interpretáveis através de gráficos, tabelas e mapas ilustrativos do olival. Foi ainda desenvolvido, em conjunto com o INIAV, um algoritmo dedicado ao cálculo das necessidades de rega do Olival, tendo em conta as características do olival, os dados obtidos pelos sensores, condições meteorológicas e o valor NDVI de cada parcela. A plataforma TecnOlivido permite que os olivicultores obtenham, em tempo real, informações sobre parâmetros-chave, como o estado hídrico e nutritivo das oliveiras, o estado do ambiente e a existência ou não de pragas e doenças, bem como a quantidade de rega necessária aplicar em cada setor do olival.

Considerações finais

Assim, após conclusão dos modelos matemáticos em desenvolvimento, a plataforma TecnOlivido permitirá que os olivicultores obtenham, em tempo real, informações sobre parâmetros-chave, como o estado hídrico e nutritivo das oliveiras, a existência ou não de pragas e doenças, otimizando o uso dos recursos (água, nutrientes, fitofármacos, energia), contribuindo, desta forma, para a sustentabilidade desta importante fileira. ♫

António Cordeiro⁽¹⁾, Arturo Aquino⁽²⁾, Benvindo Maçãs⁽¹⁾, Borja Millán⁽²⁾, Carla Inês⁽¹⁾, Cristina Sempiterno⁽¹⁾, Diego Tejada⁽²⁾, José Pragana⁽¹⁾, José Silvestre⁽¹⁾, J.M. Ponce⁽²⁾, Juan Cañasveras⁽³⁾, M. Encarnação Marcelo⁽¹⁾, Miguel Damásio⁽¹⁾, Paula Martins⁽³⁾, Pedro Jordão⁽¹⁾, Rocio-Arias Calderón⁽¹⁾, Stefan Loureiro⁽⁴⁾, Vitor Sousa⁽⁴⁾ e José Manuel Andújar⁽²⁾

⁽¹⁾ INIAV, I.P.



⁽²⁾ Universidade de Huelva,
Espanha

⁽³⁾ Grupo ELAIA

⁽⁴⁾ Ubiwhere, Lda.

Bibliografia

COI (2019). *Olive oil, provisional data 2018/19 crop year.*

<https://www.internationaloliveoil.org/olive-oil-provisional-data-2018-19-crop-year> (22 abril 2020).

DGADR (2018). *Dotação de referência para rega em Portugal Continental.*
<https://www.dgadr.gov.pt/rec/acao-7-5-uso-eficiente-da-agua> (20 abril 2020).

INE (2019). *Principais indicadores atividades económicas.*
<https://www.ine.pt/xportal> (22 abril 2020).

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional através do Programa de Cooperação Interreg V-A Espanha – Portugal (POCTEP) 2014-2020, candidatura: 0115_TECNOLIVO_6_E.

