



## SMARTWATER – TECNOLOGIAS PARA A GESTÃO E USO EFICIENTE DA ÁGUA NUM CONTEXTO SUSTENTÁVEL E ECOEFICIENTE NA IRRIGAÇÃO\*

Wilk Almeida<sup>1</sup>, Mihajlo Marković<sup>2</sup>, Mladen Todorović<sup>3</sup>, Nery Zapata<sup>4</sup>, Sabrija Čadro<sup>5</sup>, Teresa Afonso do Paço<sup>6</sup>

**RESUMO:** A adoção da gestão inteligente da água agrícola na Bósnia e Herzegovina (BiH) está se tornando uma prioridade devido ao aumento geral da demanda de água por diferentes setores, poluição dos recursos e impacto da mudança climática, o que resultou em maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos e perda da produção agrícola. Portanto, promover um uso mais eficiente e sustentável dos recursos no setor agrícola é uma necessidade para estabilizar a produção agrícola. Neste contexto, um novo projeto "*Promoting SMART agricultural WATER management in Bósnia and Herzegovina - SMARTWATER*" é financiado pela Comissão Europeia (CE) no âmbito do programa Twinning HORIZON 2020. O projeto é coordenado pela Universidade de Banja Luka (UNI-BL) com o objetivo de promover a aplicação de tecnologias inteligentes (baseadas em nuvens e sensoriamento remoto) na gestão agrícola da água. Os parceiros do projeto são a Universidade de Sarajevo (UNSA) (BiH), o Instituto Agronômico Mediterrâneo de Bari (Itália), o *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (Espanha), o Instituto Superior de Agronomia (Portugal), e a empresa *SYSMAN PROGETTI & SERVIZI SRL* (Itália). São apresentados os objetivos gerais e específicos do projeto junto com a metodologia adotada e os resultados esperados. As atividades do projeto se concentram no reforço das capacidades de trabalho em rede, pesquisa e cooperação científica e tecnológica da UNI-BL, da UNSA e de outras instituições nacionais ligadas no campo da gestão

<sup>1</sup> Dr., LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Center, Associated Laboratory TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa (LEAF/ISA/ULisboa), Lisboa, Portugal; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), 76870-000 Ariquemes, Brasil, wilksalmeida@isa.ulisboa.pt, wilk.almeida@ifro.edu.br

<sup>2</sup> PhD, University of Banja Luka (UNI-BL), Faculty of Agriculture, Bosnia and Herzegovina, mihajlo.markovic@agro.unibl.org

<sup>3</sup> PhD, Instituto Agronômico do Mediterrâneo de Bari (CIHEAM Bari), Itália, mladen@iamb.it

<sup>4</sup> PhD, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Espanha, v.zapata@csic.es

<sup>5</sup> PhD, University of Sarajevo (UNSA), Faculty of Agriculture and Food Science, Bosnia and Herzegovina, s.cadro@ppf.unsa.ba

<sup>6</sup> PhD, LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Center, Associated Laboratory TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa (LEAF/ISA/ULisboa), Lisboa, Portugal, tapaco@isa.ulisboa.pt

\*Também são autores deste trabalho: Daniela Soares (LEAF/ISA/ULisboa), Nataša Čereković (UNI-BL), Đurađ Hajder (UNI-BL), e Erminio Efisio Riezzo (SYSMAN PROGETTI & SERVIZI SRL)

sustentável da água no setor agrícola. O objetivo é aumentar a competência e capacitação das instituições na BiH para uma participação bem-sucedida em programas de financiamento de pesquisa da CE, União Europeia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão da Água Agrícola, Tecnologias Inteligentes, Monitoramento por Sensoriamento Remoto.

## **SMARTWATER - TECHNOLOGIES FOR THE MANAGEMENT AND EFFICIENT USE OF WATER IN A SUSTAINABLE AND ECO-EFFICIENT IRRIGATION CONTEXT**

**ABSTRACT:** The adoption of smart agricultural water management in Bosnia and Herzegovina (BiH) is becoming a priority due to the overall increase of water demand by different sectors, pollution of the resources, and impact of climate change, which resulted in higher frequency and intensity of extreme weather events and loss of agricultural production. Therefore, the necessity to promote more efficient and sustainable use of resources in the agricultural sector is a must to stabilize agricultural production. In this context, a new project "Promoting the application of smart technologies in agricultural water management in Bosnia and Herzegovina - SMARTWATER" is funded by the European Commission (EC) under the Twinning HORIZON 2020 program. The project is coordinated by the University of Banja Luka to promote the application of smart technologies (cloud-based and remote sensing) in agricultural water management. The project partners are the University of Sarajevo (BiH), Mediterranean Agronomic Institute of Bari (Italy), *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (Spain), Instituto Superior de Agronomia (Portugal), and *SYSMAN PROGETTI & SERVIZI SRL* (Italy). The project's overall and specific objectives along with the adopted methodology and expected results are presented. The project activities focus on the reinforcement of networking, research, and science and technology cooperation capacities of the University of Banja Luka (UNI-BL), the University of Sarajevo (UNSA), and other connected national institutions in the field of sustainable agricultural water management. The aim is to increase their competency and fundraising skills for successful participation in the EC, European Union Research Programs.

**KEYWORDS:** Agricultural Water Management, Smart Technologies, Remote Sensing monitoring.

## INTRODUÇÃO

O setor agrícola é de importância estratégica para a Bósnia e Herzegovina (BiH). O país é um importador líquido de alimentos (FAO, 2017) e a produção agrícola é baseada principalmente no cultivo de alimentos de sequeiro. O clima é mediterrâneo semiárido no Sul e continental úmido no Norte. A maior parte do país vive verões quentes e áridos, o que limita a produção agrícola. BiH tem um potencial de irrigação relevante estimado em 74.000 ha. Entretanto, apenas 4.630 ha (6,3%) estão equipados para irrigação (WORLD BANK, 2012). A produção agrícola tem sido seriamente afetada por severas secas e perdas drásticas da produção agrícola, com consequências socioeconômicas e políticas relevantes. Nos últimos anos (2007, 2011, 2012, 2015, 2017 e 2021), a situação do setor agrícola se agravou devido ao impacto da mudança climática. O impacto das mudanças climáticas na variação do rendimento e das necessidades hídricas das culturas estratégicas na região dos Balcãs tem sido demonstrado por vários estudos (STRICĀEVIC et al., 2014; JANCIC et al., 2015; MIHAILOVIC et al., 2015; STRICĀEVIC et al., 2017). O aumento da temperatura e a redução da precipitação esperada até meados do século 21, terá um impacto negativo na produtividade e aumentará a necessidade de água para irrigação (ZUROVEC et al., 2015; KNEZEVIC et al., 2018).

O manejo sustentável da água agrícola requer métodos confiáveis e fáceis de usar para apoiar a programação da irrigação em tempo real. Isto requer um conhecimento abrangente das características climáticas, do solo, da cultura e do sistema de irrigação para determinar "quando" irrigar e "quanto" de água fornecer em relação às condições ambientais específicas e estratégias de gerenciamento. A programação da irrigação na fazenda pode ser apoiada por meio de vários métodos técnicos e científicos baseados na avaliação do status hídrico das plantas do solo e/ou na simulação do balanço hídrico das culturas (MCCARTHY et al., 2011; ROMERO et al., 2012; STAMBOULI et al., 2012).

O projeto SMARTWATER busca estratégias sustentáveis de gestão agrícola da água baseadas em soluções tecnológicas inteligentes e integração de questões técnicas (agronômicas e de engenharia), socioeconômicas e ambientais. Por um lado, o desempenho da irrigação pode ser melhorado pela adoção de práticas agronômicas adequadas, tais como a seleção de culturas/variedades e o padrão de cultivo, planejamento da data de semeadura/plantio e período de ciclo de cultivo, preparação da terra/solo, aplicação de fertilizantes e medidas de proteção de plantas. Por outro lado, o desempenho das estruturas de irrigação pode ser melhorado com a implementação de várias medidas de engenharia, incluindo a redução das perdas de transporte de água da retirada/armazenamento para o distrito/exploração de irrigação, projeto de rede de

distribuição de água sob demanda e seleção e projeto adequados de sistemas de irrigação na fazenda/planta.

O principal objetivo da SMARTWATER é reforçar ou implementar novas capacidades de trabalho em rede, pesquisa e cooperação científica e tecnológica da Universidade de Banja Luka (UNI-BL), da Universidade de Sarajevo (UNSA) e de outras instituições nacionais conectadas, no campo da gestão sustentável da água agrícola, bem como para aumentar sua competência e financiar habilidades crescentes para uma participação bem-sucedida nos Programas de Pesquisa da União Europeia (UE).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia adotada pelo projeto inclui uma série de atividades e medidas de colaboração destinadas a garantir a realização dos objetivos gerais e específicos do projeto relacionados com o campo da gestão sustentável da água agrícola. Assim, a SMARTWATER se concentrará no aumento substancial da excelência da pesquisa e da capacidade de inovação da UNI-BL, UNSA e outras instituições de pesquisa da BiH, e na sustentabilidade dos resultados do projeto.

Isto exige a melhoria das capacidades científicas dos pesquisadores em estágio inicial e de outro pessoal envolvido: 1) criação de um ambiente favorável ao estabelecimento de parcerias pesquisa/empresa e serviços de pesquisa de mercado; 2) facilitar a participação de instituições da Bósnia e Herzegovina em redes de pesquisa e inovação; 3) melhorar a capacidade das instituições da Bósnia e Herzegovina de acessar financiamento nacional, internacional e da UE; e 4) garantir a qualidade no desempenho da ciência e tecnologia e na entrega de bens de pesquisa e inovação.

Para aumentar as capacidades científicas da UNI-BL, UNSA e outras instituições da Bósnia-Herzegovina nas áreas temáticas da gestão da água agrícola, o projeto integra:

- Três cursos avançados de treinamento especializado no exterior (Itália, Espanha e Portugal) onde participantes (principalmente pesquisadores em estágio inicial) da UNI-BL, UNSA e outras instituições da Bósnia e Herzegovina serão treinados pelas instituições parceiras de excelência cientificamente reconhecida;

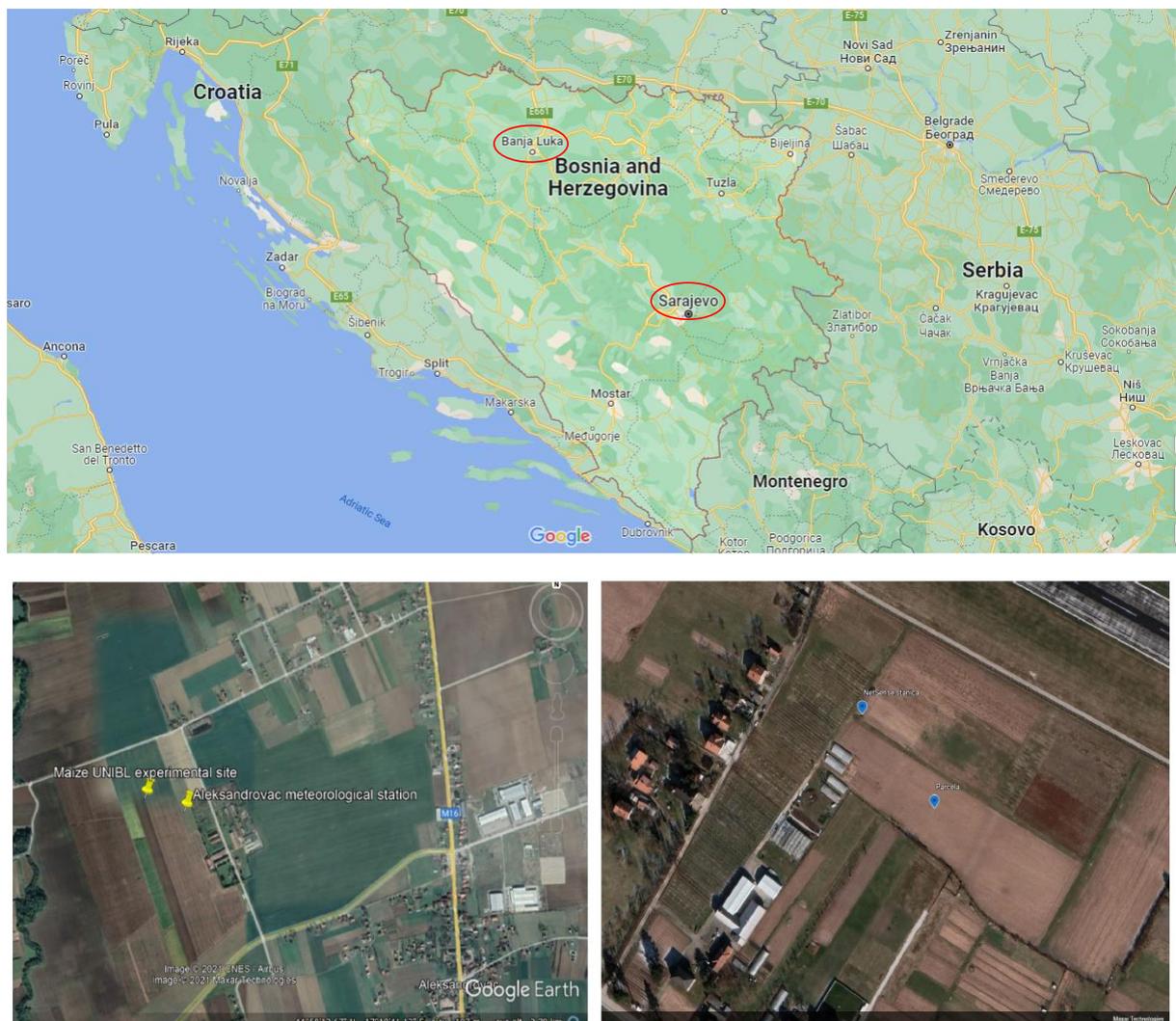
- Três cursos de mestrado internacional de pós-graduação (com duração de dois anos) sobre temas relacionados à gestão da água agrícola, dirigindo-se a jovens pesquisadores em

estágio inicial da UNI-BL e UNSA, para dar-lhes a oportunidade de obterem os graus de Mestre em Ciências;

- Três *Summer School* sobre os tópicos da gestão sustentável da água de irrigação combinando teoria e prática científica com a aquisição de habilidades para usar tecnologias inovadoras na gestão da água;

- Três workshops visando o acesso aos recursos de financiamento da UE para pesquisa e inovação, e utilizando uma abordagem prática; e

- Três anos de experimentação a campo em diferentes condições edafoclimáticas da Bósnia e Herzegovina, nos sítios experimentais de Aleksandrovac (Banja Luka) e Butmir (Sarajevo) (Figura 1).



**Aleksandrovac**

**Butmir**

**Figura 1.** Localidades com experimentação a campo, Aleksandrovac (Banja Luka) e Butmir (Sarajevo), Bósnia e Herzegovina. Fonte: Imagens do Google Maps e Googles Earth.

As *Summer School* permitiram o acesso a todos os profissionais locais interessados de agronegócios, empresas agrícolas, tomadores de decisão, funcionários de extensão, professores do ensino médio agrícola etc. Desta forma, exceto para a transferência de conhecimentos, o SMARTWATER assegurará a conexão entre os atores de diferentes setores agrícolas e fechará a lacunas existente entre a universidade/pesquisa, o setor de extensão e os agricultores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fortalecer o trabalho em rede, melhorar o compartilhamento do conhecimento e aumentar a participação das instituições da Bósnia-Herzegovina (Universidade de Banja Luka, coordenadora e Universidade de Sarajevo, parceira) nas redes científicas internacionais, o projeto tem desenvolvido as diversas atividades como:

- Estabelecer uma rede internacional sobre gestão sustentável da água na irrigação com instituições-chave e pesquisadores dos países vizinhos à BiH e da UE. Além disso, o projeto SMARTWATER fortalecerá os laços relativamente fracos entre especialistas e pesquisadores no campo da gestão da água na Bósnia e Herzegovina e aqueles que já saíram do país e trabalham no exterior. O objetivo da rede é estabelecer iniciativas conjuntas de pesquisa e aumentar o intercâmbio de resultados de pesquisa e oportunidades de cooperação na área da gestão sustentável da água agrícola.

- Estabelecer áreas experimentais/demonstração conjuntas e estudos para apoiar as capacidades de pesquisa científica sobre gestão sustentável da água agrícola e tópicos relacionados de particular importância para as condições pedoclimáticas específicas da Bósnia-Herzegovina.

- Apoiar o intercâmbio mútuo de cientistas e pessoal de pesquisa entre a Bósnia-Herzegovina e as instituições parceiras da UE sobre os tópicos específicos de interesse para a agricultura e gestão da água.

- Identificar um conjunto de questões de pesquisa para apoiar o desenvolvimento de propostas de pesquisa, elaboração de projetos e teses de estudantes, material didático de coautores e publicações científicas, facilitando assim a aquisição de habilidades sobre como gerar pesquisa de alto impacto e maximizar a visibilidade da publicação dentro da comunidade científica.

Nos três *Summer School* (SS) realizados foram abordadas temáticas relacionadas à temática do uso eficiente da água na irrigação. O primeiro SS foi realizado em Trebinje, BiH,

em agosto-setembro de 2021, sob a temática “*Abordagem integrada da gestão da água no setor agrícola em BiH*”; o segundo SS, realizado em julho de 2022 na Universidade de Sarajevo, BiH, enfatizou as “*Tecnologias inteligentes e melhores práticas de gestão para o manejo sustentável e eco-eficiente da água na agricultura*”; e o terceiro SS, realizado em julho de 2023 em Trebinje, BiH, enfatizou o “*Adaptação às alterações climáticas do sector da gestão das águas agrícolas na Bósnia e Herzegovina*”. Os cursos avançados (ATC) foram realizados em Lisboa, em agosto-setembro de 2021, no modelo híbrido, devido à pandemia de Covid-19, sob a temática “*Tecnologias e ferramentas avançadas de sensoriamento remoto para a estimativa das necessidades hídricas das culturas e programação da irrigação*”; o segundo ATC foi realizado presencialmente no período de setembro de 2022 nas instalações do CSIC, em Zaragoza, Espanha, sob a temática “*Uso de tecnologias e ferramentas inovadoras para sistemas de irrigação pressurizados coletivos e sob demanda*”; o terceiro ATC foi realizado em julho de 2023, nas instalações do CIHEAM, em Bari, Itália, sob a temática “*Modelação do crescimento das culturas e produtividade da água para uma gestão eco-eficiente da água na agricultura*”. Algumas imagens durante estes cursos são mostradas na Figura 2.



**Figura 2.** Participação de estudantes e jovens pesquisadores nos cursos Summer School, em Sarajevo, julho de 2022 (acima, à esquerda), em Trebinje (abaixo, à esquerda), e nos cursos avançados de treinamento (2º ATC, acima, à direita e 1º ATC, abaixo, à direita).

Além destas atividades aqui mencionadas o projeto SMARTWATER desenvolve diversas atividades a campo e reuniões multi-*stakeholders*, que estão sob preparação para publicação em diferentes formatos, desde materiais de treinamento dos ATC e dos SS, relatórios técnicos para subsidiar elaboração de políticas públicas na gestão da água na Bósnia e

Herzegovina, até publicações científicas em periódicos internacionais. Para saber mais do projeto SMARTWATER acesse: <https://www.smartwater-project.eu/>.

## CONCLUSÕES

O projeto SMARTWATER se concentra no reforço das capacidades de rede e de ciência e tecnologia da BiH, envolvendo pesquisadores de instituições relevantes da União Europeia, com reconhecida excelência científica, que cobrem diferentes regiões e condições pedoclimáticas. Além disso, o projeto SMARTWATER aplica a abordagem *multi-stakeholder* e envolve a sociedade civil e os cidadãos em geral para participar do debate, definição e implementação de uma agenda política de pesquisa e inovação e atividades relacionadas na Bósnia e Herzegovina.

## AGRADECIMENTOS

Este documento é apoiado pelo programa de investigação e inovação Horizon 2020 da União Europeia, ao abrigo do acordo n. ° 952396, projeto SMARTWATER ("*Promoting SMART agricultural WATER management in Bosnia and Herzegovina*"). Também são autores deste trabalho: Daniela Soares (LEAF/ISA/ULisboa), Nataša Čereković (UNI-BL), Đurađ Hajder (UNI-BL), e Erminio Efisio Riezzo (SYSMAN PROGETTI & SERVIZI SRL).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO, 2017. The state of food security and nutrition in Europe and Central Asia. Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations, Budapest. *J. Photogramm. Remote Sens.* 108, 260-272.

JANCIC, M.; LALIC, B.; MIHAJLOVIC, D.T.; JACIMOVIC, G. 2015. Impact of climate change and carbon dioxide fertilization effect on irrigation water demand and yield of soybean in Serbia. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 153: 1365-1379.

KNEŽEVIĆ, M.; ZIVOTIĆ, L.; ČEREKOVIĆ, N.; TOPALOVIĆ, A.; KOKOVIĆ, N.; TODOROVIC, M. 2018. Impact of climate change on water requirements and growth of potato in different climatic zones of Montenegro. **J. Water Clim. Change**. jwc2018211. Disponível em: <<https://doi:10.2166/wcc.2018.211>>.

MATEOS, L.; GONZÁLEZ-DUGO, M. P.; TESTI, L.; VILLALOBOS, F. J. 2013. Monitoring evapotranspiration of irrigated crops using crop coefficients derived from time series of satellite images. I. Method validation. **Agric. Water Manage.** 125, 81-91.

MCCARTHY, A. C.; HANCOCK, N. H.; RAINE, S. R. 2011. Advanced process control of irrigation: the current state and an analysis to aid future development. **Irrig. Sci.** 31(3): 183-192.

MIHAILOVIĆ, D. T.; LALIĆ, B.; DREŠKOVIĆ, N.; MIMIĆ, G.; DJURDJEVIĆ V.; JANČIĆ, M. 2015. Climate change effects on crop yields in Serbia and related shifts of Köppen climate zones under the SRES-A1B and SRES-A2. **Int. J. Climatol.** 35, 3320-3334.

ROMERO, R.; MURIEL, J. L.; GARCIA, I.; MUNOZ DEL LA PENA D. 2012. Research on automatic irrigation control: state of the art and recent results. **Agric. Water Manage.** 114, 9-66.

STAMBOULI, T.; ZAPATA, N.; FACI, J. M. 2012. Irrigation patterns and scheduling of a telecontrolled irrigation district in north-eastern Spain. **J. Irrig. Drain. Eng. ASCE** 138 (6): 503-516.

STRIČEVIĆ, R. J.; DJUROVIĆ, N. L. J.; VUKOVIĆ, A. J.; VUJADINOVIĆ, M. P.; ČOSIĆ M. D.; PEJIĆ B. S. 2014. Application of Aquacrop model for yield and irrigation requirement estimation of sugar beet under climate change conditions in Serbia. **J. Agric. Sci. Belgrade** 59, 301-317.

STRIČEVIĆ, R.; STOJAKOVIC, N.; VUJADINOVIC-MANDIC, M.; TODOROVIC M. 2017. Impact of climate change on yield, irrigation requirements and water productivity of maize cultivated under the moderate continental climate of Bosnia and Herzegovina. **J. Agric. Sci.** 1-13.

WORLD BANK, 2012. **Project appraisal document on a proposed credit to Bosnia and Herzegovina for an irrigation development project**. Report N° 65984-BA, Washington DC.

ZUROVEC, O.; VEDELD, P. O.; SITAUULA, B. K. 2015. Agricultural Sector of Bosnia and Herzegovina and Climate Change-Challenges and Opportunities. **Agriculture**. 5(2): 245-266. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/agriculture5020245>>.