

Designação do projeto | aquaQ2 - Demonstrador de sistema de aquisição, tratamento e interpretação de dados de qualidade de água e recursos hídricos recolhidos em rede de sensores

Código do projeto | ALT20-03-0145-FEDER-039494 | SAICT-ALT/39494/2018

Objetivo principal | Reforçar a investigação, o desenvolvimento tecnológico e a inovação

Região de intervenção | Alentejo

Entidade beneficiária | Instituto Politécnico de Beja

Data da aprovação | 12-09-2019

Data de início | 01-11-2019

Data de conclusão | 30-04-2022

Custo total elegível | 162.769,15 EUR

Apoio financeiro da União Europeia | FEDER - 138.353,78 EUR

Objetivos, atividades e resultados esperados

– Objectivos:

Realização de um demonstrador de sistema dividido nos seguintes subsistemas:

- 1) sistema de reconhecimento de padrões destinado à identificação de: pontos de alteração da qualidade da água em termos temporais e geográficos, alteração de caudais em canais de rega, usando técnicas de deep learning (inteligência artificial);
- 2) sistema de recolha de dados estruturado em camadas: camada superior consistindo em aplicação descentralizada segura (baseada em blockchain); sistemas de microcomputadores de baixo consumo, baseado em fontes de energia renováveis, para agregação local de dados;
- 3) sistemas individuais remotos de aquisição de dados de sensores de parâmetros físico-químicos relacionados com a qualidade e quantidade de água.

– Atividades:

1- Projeto da Arquitetura do Sistema

A atividade centra-se na conceção geral do sistema iniciando pela definição dos resultados a produzir pelo subsistema de reconhecimento de padrões, nomeadamente: alertas; estatísticas; gráficos; classificação de situações relacionadas com a qualidade da água e os recursos hídricos, etc. Este subsistema comunica com os sistemas agregadores no sentido de recolha dos dados agregados e monitorização do funcionamento de toda a rede de sensores. A informação dos sensores será processada usando técnicas de reconhecimento de padrões conhecidas como deep learning dada a disponibilidade de informação em grande quantidade que passa a ser possível com a realização deste projeto. Passa-se de um modelo atual de recolha de dados por processos não automáticos para uma aquisição em contínuo.

No projeto da arquitetura um ponto central é o sistema de comunicações que apresenta três níveis diferentes: a disponibilidade da informação processada pelo subsistema de reconhecimento de padrões ao nível da Internet em geral; a transmissão da informação agregada entre o subsistema de reconhecimento de padrões e os sistemas agregadores com um débito de dados médio e a comunicação de dados entre os sistemas remotos, com baixo consumo energético e nem sempre disponíveis, e os sistemas agregadores, com baixo débito de dados.

Outro ponto importante da conceção da arquitetura é o enquadramento da segurança dos dados, adotando-se a tecnologia de blockchain, para garantir a sua incorruptibilidade, dado que é considerado importante que as infraestruturas críticas, como é o caso da água e dos recursos hídricos, não estejam à mercê de ataques informáticos. Uma parte do processamento dos blocos de informação a armazenar sob a forma de blockchain será realizada nos sistemas agregadores. O blockchain será disponibilizado, formado e analisado pelo sistema de reconhecimento de padrões.

Em resultado desta atividade ficará disponível um relatório contendo a descrição geral da arquitetura do sistema atribuindo funções a cada subsistema e definindo os respetivos inputs e outputs.

2- Caracterização dos parâmetros da qualidade da água

O projeto e a realização do sistema de reconhecimento de padrões e do sistema de recolha de dados remoto que se encontram enquadrados nas atividades respetivas (Atividade 5 e 7) compreendem a escolha dos sensores para a monitorização contínua e a análise dos padrões relevantes para a gestão da qualidade da água. Esta atividade destina-se a especificar os parâmetros físico-químicos mais relevantes que suportam os elementos de qualidade

biológica e química nas massas de água. Os sensores, que serão escolhidos na Atividade 5, irão servir para a recolha em contínuo dos dados relativos a estes parâmetros.

Nesta atividade, portanto, irá escolher-se o conjunto de propriedades que servirão para o projeto do sistema de reconhecimento de padrões. Os sensores serão calibrados com base nos dados recolhidos na Atividade 4 (Aferição dos parâmetros da qualidade da água).

3- Caracterização dos parâmetros relativos aos recursos hídricos.

Nesta atividade vão ser avaliados os parâmetros físicos mais importantes com impacto na quantidade dos recursos hídricos, com o objetivo de caracterizar a sua variabilidade e otimizar a sua gestão. A monitorização e avaliação destes parâmetros associado ao sistema de reconhecimento de padrões contribui para a previsão tanto de secas como de enchentes nos efluentes e nas barragens/lagoas. Os resultados desta atividade são importantes para a implementação do sistema de recolha de dados remoto, em termos escolha dos sensores e dos métodos para monitorização contínua, e do sistema reconhecimento de padrões, enquadrados nas atividades respetivas (Atividade 5 e 7).

4- Aferição dos parâmetros da qualidade da água

A aferição e a calibração dos sistemas remotos de recolha de dados, especialmente no que toca à parte dos sensores dos parâmetros físico-químicos mais relevantes que definem os elementos de qualidade biológica e química nas massas de água, é suportada com os resultados desta atividade. O programa de amostragem dos parâmetros será realizado durante 14 meses. A recolha dos parâmetros físico-químicos será realizada de acordo com os protocolos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998), e recorrendo aos seguintes parâmetros de avaliação: (i) pH (potenciometria); Condutividade eléctrica (Conductimetria; $\mu S\ cm^{-1}$); Sólidos dissolvidos totais (SDT; Gravimetria; $mg\ L^{-1}$); Oxigénio Dissolvido (Potenciometria; % de saturação O_2); CBO5 (Método manométrico; $mg\ O_2\ L^{-1}$); CQO (Método do dicromato de potássio; $mg\ O_2\ L^{-1}$); Azoto total (NT; Método do Kjeldahl; $mg\ L^{-1}$); Azoto amoniacal (NH_4-N ; Espectrometria de absorção no visível; $mg\ L^{-1}$); Nitritos (NO_2-N ; Espectrometria de absorção no visível; $mg\ L^{-1}$); Nitratos (Espectrometria de absorção no visível; NO_3-N ; $mg\ L^{-1}$); Fósforo total (PT; Espectrometria de absorção no visível; $\mu g\ L^{-1}$). A análise dos parâmetros físico-químicos será realizada de acordo com o Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

5- Projeto dos sistemas remotos de recolha de dados

Esta atividade é destinada ao projeto e realização de sistemas de aquisição remota de dados. Estes sistemas são projetados para recolha de dois tipos de informação: dados relativos à

qualidade da água e dados relativos à quantidade de recursos hídricos. A primeira tarefa é a seleção e aquisição dos sensores para a monitorização das grandezas. A escolha dos sensores será feita tendo por base os valores dos parâmetros e os intervalos de medida levantados nas Atividades 2 e 3.

Os sensores estão ligados a um microcontrolador de baixo custo e consumo energético, responsável por fazer a amostragem dos dados com períodos regulares. O microcontrolador terá ainda um módulo de comunicações cujo tipo dependerá das infraestruturas de comunicação disponíveis no local da instalação, estando previsto a utilização de dois tipos de tecnologias de comunicação diferentes de modo a ter-se redundância em termos de comunicações. Esta atividade inclui o desenvolvimento de todo o firmware necessário ao funcionamento da plataforma.

Realização do hardware dos módulos remotos. Inclui o desenho e teste dos circuitos elétricos dos módulos de alimentação energética, processamento, e de comunicações. Na sequência do desenho e teste de cada um dos módulos estes serão integrados, ainda em placa de prototipagem de modo a testar o funcionamento do sistema como um todo. Na sequência do desenho e teste com sucesso de cada um dos módulos, será desenhada a placa de circuito impresso (PCB) do sistema em CAD, e proceder-se-á à escolha dos componentes eletrónicos para fabrico do sistema que deverá ser instalado num caixa com especificações mínimas de IP67. No final do fabrico da placa de circuito impresso e da instalação dos componentes, a placa será testada para verificar o cumprimento dos requisitos de desenho.

6- Projeto dos sistemas agregadores

A informação recolhida pelos sistemas remotos carece de processamento intermédio de modo a ser tornada segura. Os sistemas remotos têm consumos energéticos muito baixos e débitos de transmissão de dados igualmente baixos, sendo também mais fácil o seu controlo a partir de sistemas colocados em locais mais próximos. Nesta atividade vai projetar-se os sistemas designados por agregadores que recolhem os dados dos sistemas remotos e que os tornam seguros para posterior envio para o sistema de reconhecimento de padrões. Uma parte do processamento de tecnologia blockchain será realizada nestes sistemas agregadores. Também é função destes sistemas agregadores controlar os sistemas remotos com e sem a intervenção humana, tipicamente realizando verificações periódicas automáticas do funcionamento dos sistemas remotos. Uma função adicional é o controlo das comunicações de e para os sistemas remotos e o sistema de reconhecimento de padrões.

Nesta atividade, além do projeto, irão realizar-se os protótipos e o seu teste, com a respetiva instalação no terreno.

7- Projeto do sistema de reconhecimento de padrões

Todo o projeto conflui para o sistema de reconhecimento de padrões, é este que fornece aos futuros utilizadores a informação processada sobre a situação da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos. O reconhecimento de padrões é parte das modernas técnicas de inteligência artificial, muitas delas assentes na análise de uma grande quantidade de dados (deep learning).

Nesta atividade vai projetar-se um sistema de reconhecimento de padrões que compreende uma interface web para acesso à informação processada. Projeta-se também o software de comunicação e controlo dos sistemas agregadores. Neste sistema será gerada informação sob a forma de blockchain para disponibilização segura dos dados adquiridos. Este servidor realizará a gestão da disponibilidade da informação do blockchain para os utilizadores. Vai desenvolver-se, como parte do blockchain, uma smartapp para consulta segura da informação.

8- Disseminação dos resultados do projeto

No âmbito desta atividade vai realizar-se uma página Web alojada em servidor HTTP da instituição. Esta página será realizada por membros da equipa dada a sua experiência neste tipo de tarefas, e pelo facto de já estarem a gerir um servidor HTTP do grupo, que será atualizada mensalmente.

Outra vertente da disseminação dos resultados científicos e tecnológicos deste projeto é a inclusão de notícias nos meios de comunicação social internos e externos à instituição e nas redes sociais, com colocação de vídeo.

Vai escrever-se um artigo para revista científica em acesso livre (open access) e submissão de artigos a duas conferências da área.

Os resultados do projeto, nomeadamente os protótipos de hardware será apresentado em eventos e feiras de tecnologia.

– Resultados:

Os resultados a alcançar, dada natureza científica deste projeto leva a que se produzam os relatórios que descrevem o projeto e a realização do sistema demonstrador. São 7 relatórios técnicos distribuídos ao longo da realização do projeto e incluindo um relatório final. Os resultados científicos relacionados com a arquitetura do sistema, o subsistema de reconhecimento de padrões, e os sistemas agregadores e remotos vão ser divulgados num artigo de revista. Os aspetos mais relacionados com a qualidade da água e a quantidade de recursos hídricos serão o tema de outro artigo de revista. Os artigos para conferências serão preparatórios para os artigos em revista. O sistema de reconhecimento de padrões consubstancia-se numa aplicação informática construída com o recurso a sistema de

informação geográfica e uma plataforma web. Em cada sistema agregador será instalada uma aplicação computacional própria para acesso e controlo, e integração em blockchain. A informação proveniente dos sensores estará armazenada sob a forma de blockchain que é parte do conceito de base de dados distribuídas. O processo de gestão dos acessos à informação do blockchain é controlado e, portanto, cabe no conceito de bases de dados curadas. Encontra-se a decorrer o Mestrado em Internet das Coisas no IPBeja, sendo os investigadores José Caeiro e João Martins docentes desse mestrado e com a intenção de propôr dissertações de mestrado relacionadas com o projeto.